

Über den Lipidgehalt der Arbeiterinnen
von *Apis mellifica*

Bruno Ryschawy

= 1962

Über den Lipidgehalt der Arbeiterinnen
von *Apis mellifica*.

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Ludwig - Maximilians - Universität
München

vorgelegt von

Bruno Ryschawy

aus Hamburg

im Juli 1961

I. Berichterstatter: Prof. Dr. von Frisch.

II. Berichterstatter: Prof. Dr. Lynen.

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juli 1961.



I n h a l t .

Seite.

I.	Einleitung.....	2
II.	Material und Methode.....	5
III.	Verlauf der quantitativen Lipidbestim- mungen und deren Ergebnisse.....	12
	A. Sommerversuche.....	12
	1. Analysen der Biene ohne Darm und des Darms.....	14
	2. Analysen der Abschnitte der Biene ohne Darm und der Darmteile.....	18
	3. Vergleich der Ergebnisse.....	25
	a.) Biene ohne Darm und deren Körperabschnitte.....	25
	b.) Darm und Darmteile.v.....	31
	B. Winterversuche.....	34
	C. Sonderversuche.....	38
IV.	Diskussion.....	42
V.	Versuchsergebnisse in Zahlen.....	46
VI.	Zusammenfassung.....	62
VII.	Literaturnachweis.....	65



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung.

Lipidbestimmungen an den Entwicklungsstadien von Arbeitsbienen wurden von STRAUS (1911) und MELAMPY, WILLIS und MC GREGOR (1940) durchgeführt. Die Ergebnisse beider Untersuchungen zeigen eine beträchtliche Zunahme von Lipiden während der Larvenzeit. Die Lipide werden während der Umschmelzung des Körpers im Puppenstadium bis auf einen geringen Restbetrag verbraucht.

Während die Entwicklungsformen der Arbeitsbienen in ihrem Gehalt an Lipiden eingehend untersucht sind und in den Ergebnissen, von einigen Schwankungen abgesehen, übereinstimmen, liegen für die Imago kaum Untersuchungen vor. Zu nennen ist hier die Arbeit von KALABUCHOW (1934). Er bestimmte den Lipidgehalt von Arbeitsbienen, um Rückschlüsse auf die Bedeutung der Lipide während der Kältestarre zu ziehen. Seine Untersuchungen - insgesamt 8 - beziehen sich auf ganz junge und fliegende Bienen. Noch spärlicher ist das Ergebnis von SACHAROW (1930), der auf dem gleichen Gebiet arbeitete. GONTARSKI (1954) führte einige Fettextraktionen an Bienen aus. Er untersuchte nur Kopf und Abdomen, um die Verwertung von Pollen und Hefe zur Brutpflege der Honigbiene zu prüfen. Von wenigen Kontrollversuchen an Bienen aus normalen Völkern abgesehen, wurde jedoch die Mehrzahl der Untersuchungen an Bienen durchgeführt, die im Käfig oder im Flugzelt unter künstlichen Ernährungsverhältnissen gehalten wurden.

Da genaue Kenntnisse über den Lipidgehalt der Imago nicht vorliegen, sollte ich grundlegende Untersuchungen anstellen. Die Biene nimmt neben dem Nektar auch große Mengen Pollen als Nahrung auf; dieser enthält nach PARKER (1926) und ELSER (1928) etwa zwischen 6 % und 19,5 % Fett. Die Pollenverdauung durch die Austrittsstellen der Exine wurde durch die Arbeit von WHITECOMB und WILSON (1929) geklärt.

Das Vorhandensein einer Lipase war lange Zeit umstritten. ABONYI (1904), PHILLIPS (1922) und HUNKELER (1925) zweifeln daran, daß die Biene eine Lipase hat. LOELE (1914) und AD.KÖHLER (1921) nehmen ohne Versuche eine Lipase an. PETERSEN (1912) und EVENIUS (1926) kommen zwar zu keinen völlig eindeutigen Ergebnissen, sprechen sich aber für die Anwesenheit einer Lipase aus. PAVLOVSKY und ZARIN (1922) kommen mit einer ähnlichen Methode, wie sie später EVENIUS anwendet, zu einem eindeutig positiven Resultat. INGLESANT (1940) weist eine Lipase an Bienenwachs nach und lokalisiert sie in den postcerebralen Drüsen.

Da die Biene durch den Pollen große Fettmengen aufnimmt und auch verdauen könnte, bleibt die Frage offen, ob die Biene das Fett im Pollen verwertet und welche Rolle es spielt.

Lipiduntersuchungen bei anderen Insekten von BUXTON (1935), BUSNEL (1937), HOCHRAINER (1942) und USCHATINSKAJA (1952) zeigen, daß der Lipidgehalt vor der Überwinterung ansteigt und während des Winters abnimmt. Ferner beeinflusst die Gonadenreife den Lipidgehalt. Hier spielen die Lipide als Reservestoff eine Rolle und werden in ihrer Menge von der Jahreszeit beeinflusst. Auch als Betriebsstoff kann das Fett bei Insekten verwendet werden, wie die Arbeiten von WEIS - FOGH (1952) und ZEBE (1954) beweisen. Für die Biene kommt dies jedoch nach Untersuchungen von JONGBLOED und WIERSMA (1934) und BEUTLER (1936) wohl kaum in Frage.

Die Arbeitsbiene weist in ihrer Lebensweise deutliche Unterschiede zu anderen Insekten auf, die für Lipiduntersuchungen wichtig sind. Als verkümmertes Weibchen gelangt sie normalerweise nicht zur Gonadenreife und lebt in einem Tierstaat. Während der Trachtzeit ist sie recht kurzlebig und einer deutlichen Arbeitsteilung unterworfen. Während der Überwinterung lebt sie viel länger und hat im Stock reichliche Nahrungsvorräte. Um festzustellen, welche Bedeutung die Lipide für die Biene haben, bietet sich wegen

ihrer Lebensweise eine Untersuchung an, die besonders die Jahreszeit und ihr Alter berücksichtigt.

Frau Professor Dr. R. Beutler danke ich für die Stellung des Themas und für ihre wertvollen Anregungen. Ebenso möchte ich Herrn Professor Dr. K. von Frisch für das Interesse, das er meinen Untersuchungen entgegengebracht hat, und Herrn Professor Dr. Lynen für die Beratung in methodischer Hinsicht meinen Dank sagen. Herrn Professor Dr. Autrum und Herrn Priv. Doz. Dr. Karlson bin ich für Vorschläge und Hinweise beim Abfassen der vorliegenden Arbeit dankbar.

II. Material und Methode.

Zur Untersuchung gelangten nur Arbeitsbienen. Für meine Arbeit stand mir ein Bienenvolk mittlerer Stärke des Instituts zur Verfügung. Der Standort ist also mitten in einer Großstadt mit Parkanlagen in der Nähe.

Um eventuelle Einflüsse des Alters und der Arbeitsteilung der Bienen auf den Lipidgehalt festzustellen, wurden Bienen gleichen und bekannten Alters untersucht. Dazu wurden nach der üblichen Methode gedeckelte Waben in den Thermostaten bei etwa 32 Grad gestellt, die frischgeschlüpfen Bienen alle 24 Stunden abgeleert, gezeichnet und dann dem Stock wieder zugesetzt. In der Regel reichten die gedeckelten Waben des Versuchsstocks aus; in wenigen Fällen, besonders bei Winterbienen, wurden auch Waben aus anderen Völkern dazugenommen.

Einmal im Monat wurden 1200 - 1500 Bienen auf 4 - 6 Tage verteilt dem Stock zugesetzt, so daß die Arbeitsteilung im Bienenstaat (RÖSCH (1925)) erhalten blieb und durch zu starke Zugabe von Jungbienen nicht etwa Verschiebungen eintraten, wie sie von LINDAUER (1952) künstlich erzeugt wurden. Das Übergangsalter zu Flugbienen konnte durch einfache Fluglochbeobachtungen mit Hilfe der Farbzeichnungen leicht kontrolliert werden.

Das angegebene Alter der Bienen ist das Alter der jeweils jüngsten Bienen. Die ältesten Bienen der gleichen Zeichnung können bis zu 24 Stunden älter sein. Bei Frischgeschlüpfen beträgt der Altersunterschied maximal 1 Stunde. Dieser ist ohne Belang, da ohnedies die Bienen beim Schlüpfen direkt abgefangen wurden, so daß sie keine Möglichkeit hatten, Nahrung aufzunehmen.

Wenn die Bienen das Alter, in dem sie untersucht werden sollten, erreicht hatten, wurden sie aus dem Stock herausgefangen und sofort in einem Bienenkästchen betäubt.

Bei der Betäubung wird manchmal ein Teil der Honigblase erbrochen, was nur meine späteren Darmuntersuchungen in ihrer Genauigkeit geringfügig beeinträchtigt, wie spätere Untersuchungen der Honigblase zeigen (siehe K - Serie). Wie klein der Fehler, vor allem für die Lipidwerte, sein muß, zeigen die hohen Trockengewichte der Honigblase, die zum Teil über 40 mg liegen; die entsprechenden Lipidwerte erreichen kaum 0,3 mg.

Nach Untersuchungen von ELSER (1928) und PARKER (1926) kann Pollen bis zu 20 % Fett enthalten. Trotz der bekannten Reinlichkeit der Bienen nach BEECKEN (1934) wurden die Bienen sorgfältig durchgesehen und gegebenenfalls gesäubert, wobei auf die Dorsalseite von Thorax und Abdomen besonders geachtet wurde. Gleichfalls wurden die Pollenhöschen und die Farbflecke sorgfältig entfernt. Dann wurde das Lebendgewicht bestimmt.

Voruntersuchungen zeigten, daß eine Biene etwa 2 mg Lipid enthält. Um den rein methodischen Fehler nicht zu erhöhen und die individuellen Schwankungen weitgehend auszuschalten, wurden bei den Sommerversuchen je 25 Bienen und bei den Winterversuchen die geringere Zahl von je 15 Bienen untersucht.

Für die eigentlichen quantitativen Lipidextraktionen diente in groben Zügen die Methode von MC KIBBIN und TAYLOR (1949) zur Bestimmung von Phosphatiden, die jedoch in einigen Fällen abgewandelt und dem zu untersuchenden Objekt angepaßt werden mußte. Die eigentliche Methode wurde in mehrmonatigen Untersuchungen erarbeitet; die endgültigen Ergebnisse werden im folgenden durch Zahlen belegt.

Gearbeitet wurde mit Soxhletapparaturen, bestimmt wurden Lebendgewicht, Trockengewicht und Lipidgewicht von je 25 bzw. 15 Bienen.

Im einzelnen wurde folgendermaßen verfahren:

Die Bienen wurden entsprechend den beabsichtigten Ver-

suchen präpariert und in Fritten - Filtertiegel gebracht, der zur späteren Zerkleinerung der Bienen mit einem Glasstab versehen war. Es wurde im Exsikkator bei Unterdruck mit P_2O_5 bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Dabei wurden die Bienen mehrmals mit dem Glasstab bis zu einem feinen Staub zerrieben.

Die von MC KIBBIN und TAYLOR (1949) angegebene Alkoholtrocknung mit dem Bloorschen Gemisch und die Aufnahme des Extraktes mit normalem Chloroform läßt sich bei Bienen nicht durchführen. Bei dieser Methode blieben jeweils Rückstände, die mit den üblichen Fettlösungsmitteln weder in der Kälte noch in der Wärme zu lösen waren, die sich aber in Wasser als leichtlöslich erwiesen.

Um festzustellen, wie stark der wasserlösliche Stoff, in dem ich Zucker vermutete, sich in dem Bloorschen Gemisch und in Chloroform löst, stellte ich Kontrollversuche mit Traubenzucker an. Da der Bienendarm viel Zucker enthält, sind die Versuchsbedingungen ähnlich wie bei den Darmanalysen. Gearbeitet wurde mit analysenreinem Alkohol, Äther und Chloroform. Der Wasserzusatz beim 3. und 4. Versuch errechnete sich etwa aus der Differenz zwischen Trocken- und Lebendgewicht.

1. Versuch: 45 ccm Bloor - Gemisch

Einwaage : 754,942 mg Traubenzucker
gelöst : 103,432 mg Traubenzucker

2. Versuch: 45 ccm Bloor - Gemisch

Einwaage : 76,744 mg Traubenzucker
gelöst : 68,092 mg Traubenzucker

3. Versuch: 45 ccm Bloor - Gemisch + 1 ccm H_2O

Einwaage : 754,220 mg Traubenzucker
gelöst : 240,813 mg Traubenzucker

4. Versuch: 45 ccm Bloor - Gemisch + 0,75 ccm H_2O

Einwaage : 74,108 mg Traubenzucker
gelöst : nach einer Stunde völlig.

5. Versuch: 45 ccm Chloroform (nicht getrocknet)

Einwaage : 80,117 mg Traubenzucker
gelöst : 1,848 mg Traubenzucker

Die Ergebnisse zeigen, daß Traubenzucker im Bloorschen Gemisch recht gut löslich ist; erstaunlich groß ist die Zunahme der gelösten Menge bei Wasserzugabe. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen LOVERN und OLLEY (1953) bei Pischen und WOODWARD und RABIDEAU (1953) bei Pflanzenextraktionen mit 80 % Alkohol. Viel schwerwiegender ist jedoch, daß sich Traubenzucker auch in analysenreinem Chloroform löst, wenn auch nicht so leicht wie im Bloorschen Gemisch. Denn bei der Aufnahme der Stoffe, die durch das Bloorsche Gemisch gelöst wurden, mit Chloroform, würde zumindest ein kleiner Teil des Traubenzuckers wieder in Lösung gehen, so daß bei allen Versuchen größere Fehler durch gelösten Zucker entstehen könnten.

Da eine weitere Untersuchung der gelösten Stoffe nicht beabsichtigt war, mußte ein anderer Weg gesucht werden. Dieser weist sich durch die Versuchsserie, nämlich mit tatsächlich wasserfreien Extraktionsmitteln zu arbeiten. Die Alkoholtrocknung wird dadurch unmöglich. Äther und Chloroform bedürfen einer einfachen Vorbereitung. So wurden Äther mit Natrium und Chloroform mit P_2O_5 vorge- trocknet und schließlich beide mit Lithiumalanat ($Li Al H_4$) versetzt und unmittelbar vor der Extraktion destilliert. Das Ergebnis zeigen folgende Versuche:

6. Versuch: 50 ccm getrockneter Äther

Einwaage : 777,970 mg Traubenzucker
gelöst : 0,153 mg Traubenzucker

7. Versuch: 50 ccm getrockneter Äther

Einwaage : 73,725 mg Traubenzucker
gelöst : 0,081 mg Traubenzucker

8. Versuch: 50 ccm getrocknetes Chloroform

Einwaage : 72,561 mg Traubenzucker
gelöst : 0,064 mg Traubenzucker

Die Versuche zeigen deutlich, daß bei einwandfreier Trocknung Traubenzucker so gut wie unlöslich ist. Die überaus geringen Mengen, die sich dennoch lösen, werden bei den normalen Versuchen noch niedriger sein. Die Fehlerversuche wurden unter extrem ungünstigen Bedingungen durchgeführt, und Traubenzucker selbst enthält geringe Mengen H_2O , da er mit 1 Mol H_2O kristallisiert. Zudem dürfte noch ein gut Teil normaler Verunreinigungen dabei sein. So wurden 2 Versuche durchgeführt, bei denen die Apparatur völlig leer war. Gefunden wurden 0,042 und 0,053 mg. Höchstwahrscheinlich handelt es sich dabei um nichtflüchtige Verunreinigungen der p. A. Substanzen, weniger um Verunreinigungen der Apparatur selbst. Praktisch ergibt sich daraus, daß bei entsprechender Vorbereitung der Lösungsmittel Zucker unlöslich sind.

Für quantitative Extraktionen ist die Extraktionszeit von großer Bedeutung. Da eine Extraktion kaum je quantitativ zu Ende geführt werden kann, stellt sie einen Kompromiß zwischen Genauigkeit und Geschwindigkeit dar. Literaturangaben können hier nicht helfen, da die Extraktionszeit von den jeweiligen Versuchsbedingungen wie der Apparatur und dem zu untersuchenden Material abhängig ist. Durch fraktionierte Extraktion wurde in mehreren Versuchen die Abhängigkeit der extrahierten Menge von der Extraktionszeit untersucht.

Zwei Versuche seien hier angegeben, der Versuch 1 ist einer der Vorversuche, der Versuch 2 erwies sich im Laufe der fortschreitenden Arbeit als notwendig. Es wurde 36 Stunden nur mit den versuchsbedingten Unterbrechungen extrahiert, und zwar in 6 stündigem Rhythmus je 6 Stunden mit Äther und je 6 Stunden mit Chloroform. In Versuch 1 wurden ganze Bienen ohne Darm, in Versuch 2 wurden Bienen ohne Darm getrennt in Kopf, Thorax und Abdomen in drei gleichzeitig laufenden Extraktionen untersucht. Die Ergebnisse von je 12 Stunden sind addiert und mit I, II und III bezeichnet. Die Gewichte sind in mg angegeben.

		Versuch 1	Versuch 2		
		Gesamt	Kopf	Thorax	Abdomen
I.	6 h Äth.	25,325	9,650	10,241	5,033
	6 h Chl.	24,193	4,607	15,534	4,880
		49,518	14,257	25,775	9,913
II.	6 h Äth.	0,324	0,060	0,145	0,145
	6 h Chl.	0,589	0,182	0,242	0,170
		0,913	0,242	0,387	0,315
III.	6 h Äth.	0,179	0,040	0,111	0,052
	6 h Chl.	0,213	0,076	0,191	0,071
		0,392	0,116	0,302	0,123
II. + III.		1,305	0,358	0,689	0,438
II. + III.					
in % von I.		2,6 %	2,5 %	2,7 %	4,4 %

Beide Versuche zeigen, daß selbst nach 36 Stunden die Extraktion noch nicht beendet ist, wenn auch die gefundenen Mengen bei der III. Extraktion sehr gering sind. Eine 36 stündige Extraktionszeit ist für physiologische Serienversuche nicht haltbar, da die Versuchsfolge zu wenig dicht würde.

Ferner ergibt sich aus den Versuchen, daß eine 12 stündige Extraktionszeit durchaus vertretbar ist und gute quantitative Ergebnisse liefert. Der Fehler liegt im Verhältnis zu einer 36 stündigen Extraktionszeit unter 3 % mit Ausnahme der Abdomenextraktion. Nach 24 Stunden Extraktionszeit liegen bei Versuch 2 die Werte teils im Bereich

der Mengen, die selbst bei leerer Apparatur noch gefunden werden.

So wurde die Extraktionszeit auf 12 Stunden festgelegt und je 6 Stunden mit 50 ccm getrocknetem Äther und anschließend 6 Stunden mit 50 ccm getrocknetem Chloroform extrahiert. Damit wurde ein relativer Fehler zu einer Extraktionszeit von 36 Stunden von 3 - 5 % in Kauf genommen.

Der absolute Fehler läßt sich kaum bestimmen, da die extrahierten Mengen mit zunehmender Extraktionszeit wegen auftretender Verunreinigungen immer ungenauer werden. Da alle Versuche konstant 12 Stunden liefen, bleibt der quantitative Fehler bestehen, aber im Vergleich der Werte untereinander wird der Fehler geringer.

Die Streuung der Analysen läßt sich wenigstens annähernd aus den Ergebnissen bei Winterbienen (F - Serie 1955/56) angeben, weil hier die biologischen Schwankungen für lange Zeit recht gering sind. Von 10 Analysen vom 27.10.55 bis 22.2.56 ergibt sich ein Mittelwert von 2,221 mg Lipid/Biene. Der mittlere Fehler beträgt 0,060 mg Lipid/Biene.

Die gewonnenen Äther- und Chloroformextrakte wurden im Exsikkator über P_2O_5 durch Unterdruck von den Lösungsmitteln befreit und die zurückgebliebenen Lipide gewogen. Zu erwähnen bliebe noch, daß alle Apparaturen gut abgedunkelt wurden.

III.

Verlauf der quantitativen Lipidbestimmungen und deren Ergebnisse.

Es wurden von Mai 1955 bis August 1957 11 verschiedene Versuchsserien durchgeführt, die ihrer zeitlichen Reihenfolge entsprechend, mit den Buchstaben A - K bezeichnet sind. Die Zahlenergebnisse der Versuche befinden sich in Abschnitt V dieser Arbeit. Um die Ergebnisse der Arbeit übersichtlicher zu machen, werden zuerst alle Sommerversuche, dann die Winterversuche und zum Schluß einige Sonderversuche besprochen.

A. Sommerversuche.

Ziel der Versuche war festzustellen, wie sich der Lipidgehalt der Arbeitsbiene quantitativ im Laufe ihres Lebens ändert.

Der Zeitraum der Sommerversuche erstreckt sich nicht nur auf die kalendermäßige Einteilung, sondern auf die gesamte Zeit, in der die Bienen auf Tracht fliegen und ist im Gegensatz zu Verhältnissen beim Überwintern gemeint.

KALABUCHOW (1934) untersuchte Bienen im Alter von einer Stunde, einem Tag und "fliegende" Bienen. Die Spanne zwischen den einzelnen Stadien ist hier zu weit, um genaue Angaben machen zu können. Durch die Verkürzung der Extraktionszeit auf 12 Stunden wurde es möglich, alle 3 Tage eine Untersuchung durchzuführen und damit auch die Verhältnisse beim Innendienst genauer zu erfassen. Nur beim Übergang zwischen Innen- und Außendienst wurde die

Spanne etwas weiter gezogen, so daß 18 Tage alte und 22 Tage alte Bienen untersucht wurden. Die Untersuchungen der Flugbienen wurden so lange fortgesetzt, wie Bienen gleichen Alters in entsprechender Zahl noch auffindbar waren.

Um das Verhältnis zwischen den im Darm befindlichen und den vom Körper tatsächlich aufgenommenen Lipiden festzustellen, wurde der Darm aus den Bienen entfernt. Abdomen und Thorax wurden durch einen Schnitt getrennt, mit einer Pinzette das hinterste Tergit und Sternit erfaßt und mit einem kleinen Ruck von den übrigen getrennt; durch vorsichtiges Ziehen läßt sich bei einiger Übung der Darm so herausnehmen, daß die Honigblase nicht ausläuft. Dann wurde der Darm von dem letzten Hinterleibssegment getrennt und zur Extraktion vorbereitet. Bei den Darmextraktionen handelt es sich um den Darm mit Darminhalt bis zur Honigblase einschließlich; der Teil des Darms, der sich im Kopf und im Thorax befindet, verblieb in den Bienen.

Wachs ist in Äther und Chloroform löslich. Deshalb wurden abgeschiedene Wachsschuppen entfernt. Dazu wurde das Abdomen durch Nadeln so weit gestreckt, bis die Wachsspiegel freilagen. Gut ausgebildete Wachsschuppen lassen sich leicht abheben; schwieriger ist das Entfernen eines dünnen Wachsfilms mit Hilfe von Nadeln. Das Wachs wurde entweder verworfen oder als solches gewogen. Da es hauptsächlich auf eine vollständige Beseitigung des ausgeschiedenen Wachses und nicht auf seine quantitative Gewinnung ankam, sind die angegebenen Wachsgewichte nicht ganz quantitativ, sondern zu klein. Die Wachsmenge wurde nicht zum Lipidgehalt der Biene dazugerechnet.

Alle in den Tabellen und graphischen Darstellungen angegebenen Werte sind auf jeweils eine Biene berechnet.

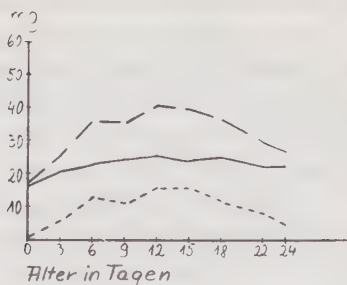
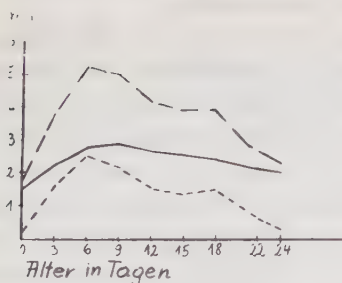
1. Analysen der Biene ohne Darm und des Darms.

Bei der A - Serie wurden also der Darm - mit Ausnahme der Teile im Kopf und im Thorax - und die restliche Biene ohne Wachsschuppen getrennt extrahiert und beide Werte zu einem Gesamtwert addiert. Das Wachs wurde verworfen.

A - Serie

Lipid

Trockengewicht



--- = Biene mit Darm
— = Biene ohne Darm
.... = Darm

Die graphische Darstellung der Lipidmengen der Biene ohne Darm zeigt, von einem absolut geringen Lipidgehalt der Frischgeschlüpften ausgehend (rund 1,6 mg), eine kräftige Zunahme der Lipide bis zum 6. Tag und eine geringere bis zum 9. Tag, wo mit fast 2,9 mg der höchste Gehalt erreicht wird. Damit erhöht sich der Lipidgehalt während der

ersten 9 Tage um etwa 1,3 mg oder rund 81 %. Vom 9. Tage an nimmt der Gehalt an Lipiden ab, bis zum 18. Tag allmählich, von da an etwas kräftiger. Am letzten Untersuchungstag erreicht er mit rund 2 mg wiederum einen Tiefstand und verringert sich damit, vom höchsten Lipidgehalt gerechnet, um etwa 0,9 mg. Insgesamt ergibt sich dabei eine Kurve mit einem steilen Anstieg zu dem Maximalwert am 9. Tag und einem flachen Abstieg.

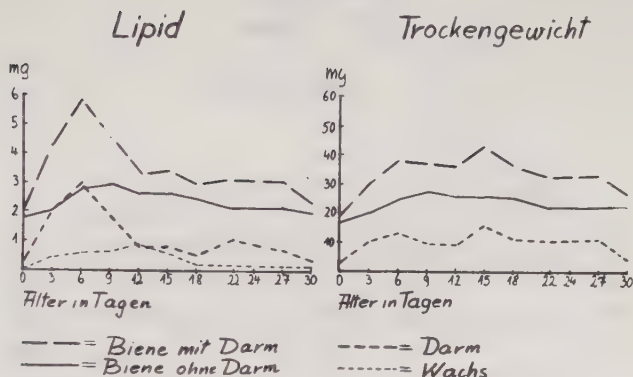
Die Lipidkurve des Darms zeigt einen anderen Verlauf. Bei frischgeschlüpften Bienen enthält der Darm fast keine Lipide (0,2 mg). Dann erfolgt ein rascher Anstieg der Lipide bis zum 6. Tag mit einem Gehalt von 2,5 mg. Von da an nimmt er wieder ab. Auffallend ist noch die Abnahme des Lipidgehalts vom 18. zum 22. Tag, die bis zum 24. Tag noch weiter geht. Wie später besprochene Untersuchungen beweisen, handelt es sich beim Lipidgehalt des Darmes fast ausschließlich um die Lipide des Darminhalts.

Die angegebenen Werte und die Kurve für die Biene mit Darm kommen durch Addition der beiden Mengen von Bienen ohne Darm und dem Darm alleine zustande. Die Kurve zeigt deutlich, wie stark die für den Darm gefundenen Werte die tatsächlich im Körper enthaltenen Mengen überlagern.

Die Kurve der Trockengewichte der darmlosen Bienen zeigt gleichfalls einen Anstieg im Anfang, erreicht den höchsten Wert am 12. Tag und fällt dann im ganzen gesehen etwas ab. Dadurch wird die prozentuale Veränderung des Lipidgewichtes zum Trockengewicht gering. So liegen die ungefähren Prozentzahlen des Lipidgehalts von Frischgeschlüpften bei 10 %, von 9 Tage alten bei 12 % und von 24 Tage alten bei 8,6 %. So ergibt sich auch prozentual zum Trockengewicht erst eine geringe Zunahme und dann eine Abnahme bei Flugbienen.

Im gleichen Jahr wurden noch 3 weitere Serien mit Trachtbienen durchgeführt, um die Ergebnisse der A - Serie zu überprüfen und etwaige jahreszeitliche Schwankungen festzuhalten.

B - Serie



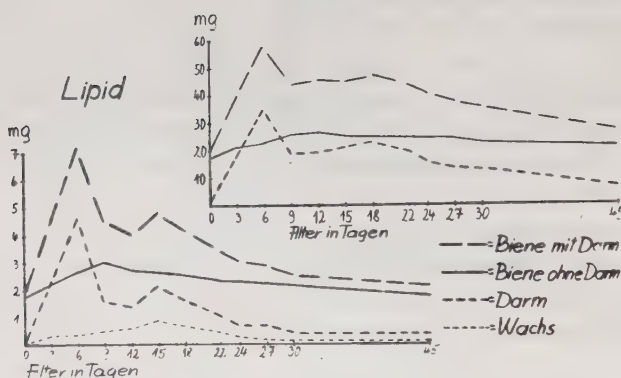
Bei der B - Serie zeigt die Kurve der Bienen ohne Darm bis zum 9. Tag denselben Verlauf. Auch die deutliche Verminderung des Lipidgehalts bis zum 22. Tag tritt wieder auf. Am 27. Tag ist jedoch der Lipidgehalt um 0,162 mg größer als am 22. Tag und fällt erst am 30. Tag auf den Wert, der bei der A - Serie schon am 24. Tag auftritt. Sonst zeigt die Kurve einen ähnlichen Verlauf wie die der A - Serie und hält sich in den gleichen Grenzen, was in groben Zügen auch für die Darmextraktionen und das Trockengewicht zutrifft.

Das abpräparierte Wachs wurde bei der B - Serie durch Wägung bestimmt. Bei Frischgeschlüpften tritt noch kein Wachs auf. Das meiste Wachs befindet sich am 12. Tag auf den Wachsspiegeln, und zwar rund 0,8 mg. Flugbienen haben meist nur einen feinen Wachsfilm, teils aber auch halb oder gut ausgebildete Wachsschuppen. Die Größe der gefundenen Werte zeigt, daß sich die Lipidkurve der darmlosen

Bienen stark verändern würde, wenn das Wachs nicht abpräpariert würde.

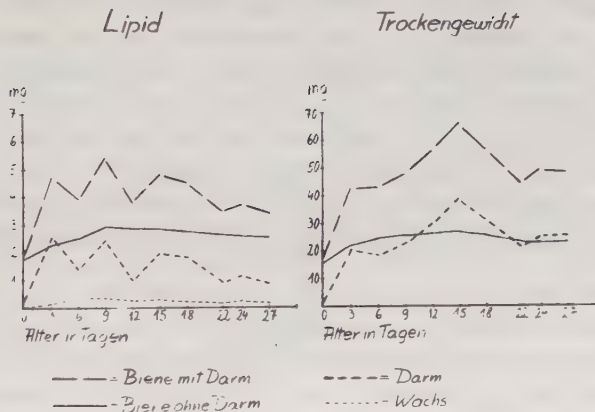
C - Serie

Trockengewicht



Die C - Serie konnte noch um eine weitere Untersuchung von 45 Tage alten Bienen erweitert werden. Die Kurve der Bienen ohne Darm zeigt einen sehr ausgeglichenen Verlauf und erreicht am 9. Tag mit fast 3 mg Lipid den höchsten bei allen Untersuchungen gefundenen Wert. Interessant ist das weitere Absinken der Lipide bei sehr alten Flugbienen, die mit 45 Tagen nur noch knapp 1,7 mg enthalten und damit unter dem Wert der Frischgeschlüpften liegen. Der Lipidgehalt des Darms übersteigt am 6. Tag bei weitem den im Körper überhaupt enthaltenen. Das meiste Wachs tritt diesmal mit über 0,8 mg bei den 15 Tage alten Bienen auf. Die Wachswerte sind genauso Durchschnittswerte wie die anderen angegebenen Mengen. Da sich auch bei diesen Untersuchungen Bienen befanden, die ihr Wachs zum Teil schon verwendet hatten, liegt die maximale Wachsmenge einer Biene über 0,8 mg.

D-Serie



Die D - Serie reicht mit ihren letzten Versuchen bis Mitte September. Die Kurven haben deshalb einen etwas anderen Verlauf. Die Bienen ohne Darm zeigen bis zum 9. Tag ähnliche Werte wie die anderen Serien, jedoch sinkt der Lipidgehalt viel langsamer, so daß er selbst bei Flugbienen noch über 2,5 mg beträgt. Die gefundenen Wachsmengen sind, entsprechend der geringeren Bautätigkeit, viel niedriger als bei der B - und C - Serie.

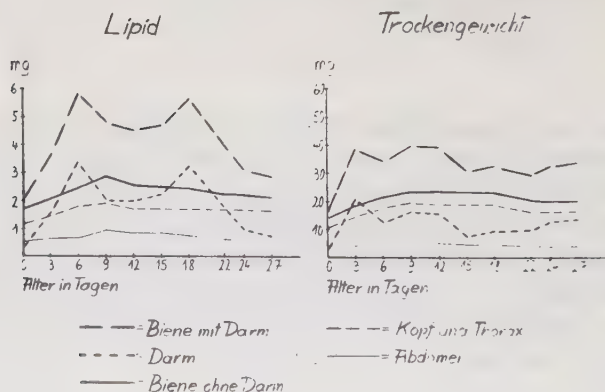
2. Analysen der Abschnitte der Biene ohne Darm und der Darmteile.

Im Frühjahr und Sommer 1956 wurden 3 Serien - die G -, H - und I - Serie - durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war, den Einfluß des im Abdomen befindlichen Fettkörpers auf den Lipidgehalt der Arbeitsbiene zu bestimmen. Da es aussichtslos ist, für Serienversuche bei einer großen Zahl

von Bienen den Fettkörper quantitativ von den übrigen Geweben zu trennen, konnte die Untersuchung nur so durchgeführt werden, daß das Abdomen getrennt von den übrigen Körperteilen extrahiert wird. Daß dabei vor allem die Tätigkeit der Wachsdrüsen die Ergebnisse der Lipidextraktionen des Abdomens beeinflussen, muß in Kauf genommen werden. Das Wachs wurde bei allen drei Serien verworfen.

Bei der G - Serie wurde verfahren wie bei den vorherigen Serien, nur daß das Abdomen getrennt von Kopf und Thorax extrahiert wurde, so daß mit dem Darmversuch insgesamt 3 Extraktionen gleichzeitig durchgeführt wurden.

G - Serie



Das Ergebnis zeigt, daß das ganze Abdomen etwa nur ein Drittel der gesamten Lipide der darmlosen Biene enthält; in dem Ausmaß ist das Resultat etwas überraschend. Die Werte der Abdomenlipide zeigen einen leichten Anstieg bis zum 9. Tag, wo mit über 0,9 mg die meisten Lipide gefunden wurden, und fallen dann bei den Flugbienen bis auf

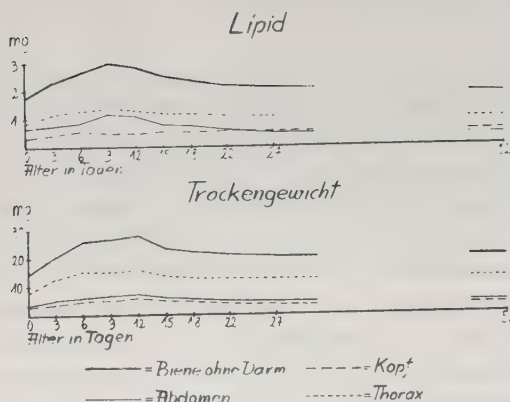
0,6 - 0,5 mg ab. Selbst frischgeschlüpfte Bienen enthalten über 0,5 mg Lipide im Abdomen. Die Kurve der Bienen ohne Darm entsteht durch Addition der beiden anderen Werte.

Ein Vergleich der drei Kurven ergibt, daß die Steigerung des Lipidgehalts bis zum 9. Tag nicht allein auf eine Zunahme der Lipide im Abdomen zurückgeführt werden kann, sondern sogar stärker durch die Zunahme der Lipide im Kopf und Thorax begründet ist. Die Abnahme der Lipide nach dem 9. Tag ist jedoch stark durch den geringeren Lipidgehalt des Abdomens bedingt (Abnahme um 0,420 mg), während die Lipidmenge von Kopf und Thorax weniger stark sinkt (0,305 mg). Im Verhältnis zum Trockengewicht zeigt sich, daß der prozentuale Lipidgehalt des Abdomens wesentlich höher ist als der von Kopf und Thorax. Bei Frischgeschlüpfen beträgt er 15,4 % (gegenüber Kopf und Thorax 11,1 %), bei 9 Tage alten 23,3 % (9,7 %) und bei 27 Tage alten Bienen 13,0 % (9,9 %). Bei den prozentualen Werten zeigt sich der große Lipidgehalt des Abdomens, der zudem beträchtliche Schwankungen aufweist, während er bei Kopf und Thorax gleichmäßiger um 10 % liegt. Die durch Addition der Einzelwerte von Kopf, Thorax und Abdomen entstandene Kurve der Bienen ohne Darm zeigt wieder den typischen Verlauf in den üblichen Grenzen. Die Lipidwerte des Darmes haben diesmal 2 Maxima am 6. und 18. Tag von rund 3,3 mg.

Um den Lipidanteil der einzelnen Körperabschnitte weiter zu untersuchen, wurde bei der H - Serie auf die Darmextraktion verzichtet und der Kopf getrennt vom Thorax sowie das Abdomen untersucht.

Der Lipidgehalt des Kopfes nimmt nur während der ersten 6 Tage von etwa 0,3 mg auf 0,5 mg zu und bleibt dann ziemlich konstant. Prozentual zum Trockengewicht liegen die Lipidwerte zwischen 8 - 12 % und steigen bei Flugbienen bis 16 % an. Der Brustabschnitt der Biene enthält den größten Anteil an Lipiden:

H-Serie

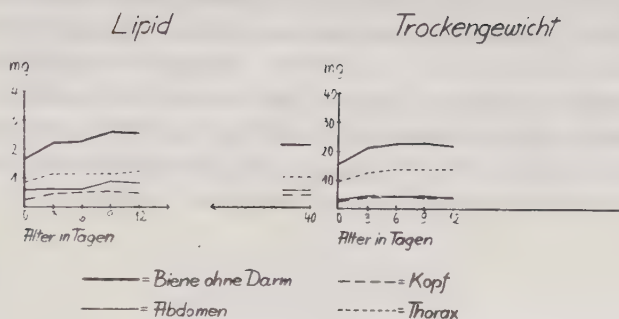


zwar von 0,8 - 1,3 mg, dann langsam wieder ab und liegen bei Flugbienen um 1 mg. Im Verhältnis zum Trockengewicht ist der Lipidgehalt praktisch konstant. Er liegt etwa zwischen 8,5 - 9,5 %; nur bei 52 Tage alten Flugbienen beträgt er 7,2 %. Die Lipidkurve des Abdomens zeigt bei 9 und 12 Tage alten Bienen Werte über 1 mg und sinkt bei 52 Tage alten auf knapp 0,4 mg ab, verläuft aber sonst wie bei der G - Serie. Das Ansteigen und Absinken des absoluten Lipidgehalts der Biene ohne Darm ist also hauptsächlich auf Veränderungen im Thorax und Abdomen zurückzuführen.

Die I - Serie wurde genauso wie die H - Serie durchgeführt, aber mit Bienen aus einem anderen Stock, um eventuelle Unterschiede zwischen verschiedenen Bienenvölkern aufzuzeigen. Leider mußte sie aus persönlichen Gründen am 12. Tage abgebrochen werden, und es konnte nur noch eine Untersuchung von 40 Tage alten Bienen durchgeführt werden.

Es zeigen sich kleine Abweichungen bei 6 und 9 Tage alten Bienen, und zwar liegen die Werte etwas tiefer als

I-Serie

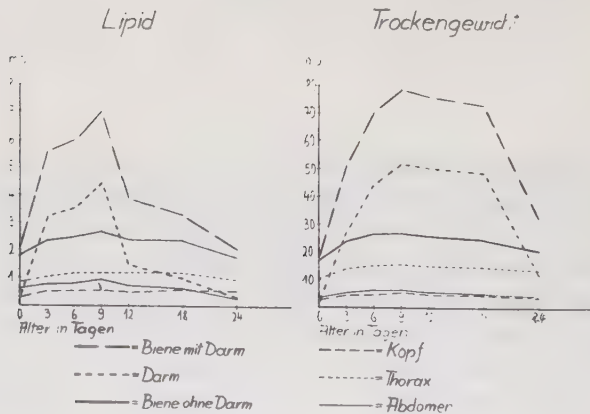


bei den bisherigen Serien. Die geringere Zunahme an Lipiden tritt sowohl beim Thorax als auch beim Abdomen auf. Es wurden auch einige Einzeluntersuchungen von Bienen durchgeführt, die bei den Sonderversuchen besprochen werden. Ferner wurde zum ersten Male der Lipidgehalt des Darmes näher untersucht. Dieser Einzelversuch zeigt hohe Lipidmengen in der Kotblase bei 6 Tage alten Bienen und gab Anlaß, diese Verhältnisse in einer neuen Serie genauer zu untersuchen.

Die K - Serie wurde im Sommer 1957 mit dem gleichen Stock wie die I - Serie durchgeführt. Dabei sollte noch einmal eine vollständige Serie von Bienen, getrennt in Kopf, Thorax und Abdomen, untersucht werden, um festzustellen, ob die Abweichungen der I - Serie nur rein zufällig waren. Vor allem aber interessierte der Lipidgehalt des Darmes in seinen einzelnen Abschnitten. Der herausgenommene Darm wurde in drei Teile zerlegt, der erste Abschnitt

ist die Honigblase, der zweite Abschnitt wird von mir der Kürze halber als Mitteldarm bezeichnet, umfaßt jedoch alle Darmteile zwischen Honigblase und Kotblase, und der dritte Abschnitt ist die Kotblase mit einem kurzen Teil des Dünndarms, der belassen wurde, um das Ausfließen der Kotblase zu verhindern. Insgesamt wurden 6 Extraktionen von Bienen einer Altersstufe gleichzeitig durchgeführt. Die geplante Versuchsdichte konnte deshalb nicht ganz eingehalten werden, so daß die Untersuchungen von 15 und 22 Tage alten Bienen ausfallen mußten.

K-Serie



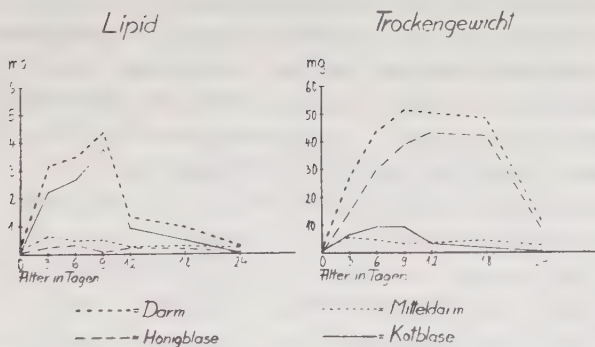
Die Ergebnisse der Untersuchungen von Kopf, Thorax und Abdomen zeigen in ihrer Summe einen etwas geringeren Lipidgehalt am 6. und 9. Tag und sind wie bei der I - Serie auf einen geringeren Lipidgehalt von Abdomen und Thorax zurückzuführen. Auffallend gering ist auch die Lipidmenge bei 24 Tage alten Flugbienen, die fast ausschließlich

durch den niedrigen Lipidgehalt des Abdomens bedingt ist. Im ganzen gesehen liegen die Werte des 2. Versuchsvolkes, mit dem die I - und K - Serie durchgeführt wurde, etwas tiefer und zeigen geringere Maximalwerte, sonst zeigt sich bei allen drei Kurven von Kopf, Thorax und Abdomen der typische Verlauf.

Wichtiger sind die Ergebnisse der Darmuntersuchungen, die auch die Ergebnisse der vorherigen einfachen Darmextraktionen verständlicher machen.

K-Serie

Darm



Die Darmkurve zeigt vom 3. - 9. Tag einen hohen Lipidgehalt zwischen 3,2 und 4,4 mg, fällt steil bei 12 und 18 Tage alten Bienen auf die Werte 1,4 bzw. 1,0 mg und sinkt schließlich bei 24 Tage alten Flugbienen auf etwa 0,3 mg ab. Das kräftige Ansteigen der Lipidmengen im Darm während der ersten 9 Tage ist auf den großen Lipidgehalt der Kotblase zurückzuführen. So enthält die Kotblase am 3.

Tag 72,5 %, am 6. Tag 76,8 % und am 9. Tag 86,1 % aller im Darm befindlichen Lipide. Honigblase und Mitteldarm enthalten absolut und relativ wenig Lipide. So ist auch das Absinken des Lipidgehalts des Darmes auf die Abnahme der Lipide in Kotblase zurückzuführen.

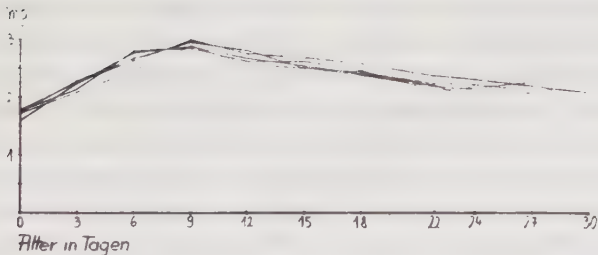
3. Vergleich der Ergebnisse.

a) Biene ohne Darm und deren Körperabschnitte.

Bei Sommerbienen zeigen die Kurven der darmlosen Bienen im Prinzip den gleichen Verlauf. In folgendem werden die Lipidwerte für die darmlosen Bienen eines bestimmten Alters, in dem die Untersuchung durchgeführt wurde, in den verschiedenen Serien verglichen, um die Schwankungsbreite für diese Altersstufen zu ermitteln. Die Höchstwerte sind mit ⁺, die niedrigsten Werte mit ⁺⁺ bezeichnet. Es werden nur die jahreszeitlich etwa vergleichbaren Serien gegenübergestellt. (Siehe auch graphische Darstellung Seite 26.) Deshalb werden die D - Serie, die wegen der späten Untersuchungszeit wohl schon Einflüsse der Überwinterung zeigt, und die mit einem anderen Stock durchgeführte I - und K - Serie an den Schluß gestellt und nicht in die Berechnungen einbezogen.

Alter in Tagen	0	9	18	22	27
A - Serie(Mai)	1,597 ⁺⁺	2,866	2,403	2,206	-----
B - Serie(Juni)	1,761	2,852	2,423	2,112 ⁺⁺	2,274 ⁺
C - Serie(Juli)	1,797 ⁺	2,983 ⁺	2,573 ⁺	2,369 ⁺	2,196
G - Serie(Juni)	1,731	2,843 ⁺⁺	2,443	2,236	2,118
H - Serie(Juli)	1,750	2,966	2,377 ⁺⁺	2,181	2,063 ⁺⁺
Mittelwert	1,727	2,902	2,444	2,222	2,163
Mittl. Fehler	0,076	0,067	0,076	0,094	0,092
Max. Abweich.					
vom	+0,070	+0,081	+0,129	+0,147	+0,111
Mittelwert	-0,130	-0,059	-0,067	-0,110	-0,100
D - Serie	1,763	2,905	2,750	2,664	2,571
I - Serie	1,694	2,596	-----	-----	-----
K - Serie	1,798	2,625	2,335	-----	-----

Vergleich der Lipidkurven
der Biene ohne Darm
im Sommer



• ——— Biene ohne Darm (A-, B-, C-, G- und H-Serie)

Die Tabelle zeigt, daß der Lipidgehalt darmloser Bienen in den Monaten Mai bis Juli kaum jahreszeitliche Schwankungen aufweist. Diese wirken sich erst bei der D - Serie aus, die bis weit in den September hineinreicht. Der höhere Lipidgehalt und dessen langsame Abnahme ist bei dieser Serie wohl auch auf geringere Flugtätigkeit und auf die Vorbereitung der Überwinterung zurückzuführen, da bei den Oktoberuntersuchungen der F - Serie die Verhältnisse ähnlich liegen.

Bei der I - und K - Serie weicht der Lipidgehalt bei 9 Tage alten Bienen und bei der K - Serie auch bei Flugbienen von den übrigen vergleichbaren Serien etwas ab, und zwar liegen die Werte tiefer. Da beide Serien mit dem gleichen Volk, aber mit einem anderen Volk als die übrigen Sommerserien durchgeführt wurden, liegt die Vermutung nahe, daß der Lipidgehalt der darmlosen Bienen von Volk zu Volk graduelle Unterschiede aufweisen kann. Daß es keine prinzipiellen Unterschiede sind, zeigt der gleichartige Kurvenverlauf aller Serien.

Es treten aber auch Schwankungen im Lipidgehalt gleichaltriger darmloser Bienen auf, selbst wenn diese aus dem gleichen Stock stammen und in entsprechenden Monaten der beiden verschiedenen Jahre untersucht werden. Es müssen deshalb auch noch andere Faktoren, die durch die Art der Versuche nicht erfaßt werden konnten, eine Rolle spielen. Bei 25 gleichzeitig untersuchten Bienen halten sich die Schwankungen - wie die Tabelle zeigt - in engen Grenzen.

Alle Serien darmloser Bienen im Sommer zeigen die eindeutige Abhängigkeit des Lipidgehaltes vom Lebensalter: Frischgeschlüpfte Bienen enthalten etwa 1,7 mg Lipid. Während der ersten 9 Tage steigt der Lipidgehalt auf etwa 2,9 mg und sinkt dann bis auf einen Lipidgehalt von etwa 2,4 mg bei 18 Tage alten Bienen ab. Flugbienen enthalten noch weniger Lipide, etwa 2,2 - 2,0 mg.

KALABUCHOW (1934), der wohl auch Sommerbienen unter-

suchte - eine genaue Angabe ist nicht zu finden - mußten diese Tatsachen bei dem großen Altersabstand der Versuchsbienen entgehen. Seine Werte sind schlecht vergleichbar, da auch kein Hinweis auf die Methode in der Arbeit enthalten ist. Die geringeren Werte lassen auf reine Ätherextraktion schließen. Doch selbst im Vergleich der entsprechenden Werte finden sich große Differenzen. So liegen die durchschnittlichen Fettmengen von je 20 Bienen auf eine Biene berechnet bei 1 Tag alten Bienen bei 1,0 mg und 2,2 mg, bei Flugbienen zwischen 1,26 mg und 1,8 mg. Die großen Schwankungen sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß der Darm samt Inhalt nicht entfernt wurde. So lassen die unterschiedlichen Methoden keinen Vergleich der Ergebnisse zu. Die einzige Übereinstimmung der Arbeiten KALABUCHOWs und der SACHAROWs (1930), der Märzbiene untersuchte, mit der meinigen ist der geringe Fettgehalt der Biene im Vergleich mit anderen Insekten.

Die Kurven der Trockengewichte der Biene ohne Darm zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die entsprechenden Lipidkurven. Der Lipidgehalt im Verhältnis zum Trockengewicht weist deshalb nur geringe Schwankungen auf. Wenn man von alten Flugbienen absieht, die einen minimalen Gehalt von 8,1 % haben können, liegt der relative Lipidgehalt der Bienen aller Sommerserien zwischen 9 - 12 %. Diese Schwankungsbreite von 3 % ist innerhalb der einzelnen Serien noch geringer und liegt meist unter 2 % (bezogen auf das Trockengewicht). Damit ist der Lipidgehalt im Verhältnis zum Trockengewicht praktisch konstant. Wenn man die Werte der ganzen Biene ohne Darm betrachtet, hat es den Anschein, als ob die Lipidaufnahme und der Abbau der Lipide nur parallel mit den Veränderungen der anderen Körperstoffe vor sich ginge.

Die getrennten Untersuchungen von Kopf, Thorax und Abdomen zeigen den Einfluß dieser einzelnen Körperteile auf den Lipidgehalt darmloser Bienen:

Der Kopf zeigt die geringsten Schwankungen des Lipidgehaltes. In den ersten 3 Lebenstagen verdoppelt sich fast der Lipidgehalt und bleibt dann nahezu konstant. So ist schon bei Pflegebienen der Maximallipidgehalt erreicht. Im Verhältnis zum Trockengewicht ist jedoch der Lipidgehalt recht schwankend. Stockbienen enthalten 8 - 13 % und Flugbienen 12 - 16 % Lipide. Bei der H - und K - Serie läßt sich erst ein Absinken der hohen Lipidwerte von Frischgeschlüpfen auf minimale Werte bei 9 und 12 Tage alten Bienen und dann wieder ein Ansteigen bei alten Stockbienen feststellen. Der Anstieg setzt sich bei Flugbienen weiter fort.

Der Kopfteil der Labialdrüse, die nach OHNESORGE - HUMPERDINCK (1953) reines Öl enthält und bei Stockbienen kurz vor dem ersten Ausflug starke Ölabsammlungen zeigt, verändert den absoluten Lipidgehalt des Kopfes kaum. Nur bei der K - Serie ist ein leichtes Ansteigen des absoluten Lipidgehalts am 18. Tag festzustellen. Wahrscheinlich werden jedoch die relativen Lipidwerte alter Stockbienen von dem Kopfteil der Labialdrüse beeinflußt. GONTARSKI (1954) untersuchte bei seinen Kontrollversuchen Köpfe von normalen Stockbienen. Da er jedoch mit Äther (nach Gorbach) extrahierte und nur den prozentualen Lipidgehalt der Trockensubstanz angibt, ist ein direkter Vergleich sehr schwer. Seine Prozentwerte stimmen in der Größenordnung mit meinen Ergebnissen etwa überein, weisen aber größere Schwankungen auf. GONTARSKI hält den aus dem Kopf gewonnenen Extrakt im wesentlichen für das lipide Sekret der Labialdrüse. Nach Untersuchungen von WIGGLESWORTH (1942) und RICHARDS (1943 und 1944) am Gehirn der Honigbiene enthält dieses 35,7 - 43,3 % Gesamtlipide der Trockensubstanz. So dürfte es sich zum guten Teil auch um Lipide der Kopfganglien handeln.

Stärker beeinflußt der Thorax den Lipidgehalt darmloser Bienen. Er enthält rund die Hälfte der Lipide der Biene ohne Darm. Im Verhältnis zum Trockengewicht ist der Lipidgehalt praktisch konstant. Wenn man von alten Flugbie-

nen absieht, die minimal 7 % Lipide enthalten, liegt der Lipidgehalt zwischen 7,5 und 9,6 %. Innerhalb der einzelnen Serien beträgt die Schwankungsbreite nur 1 % (Bezogen auf das Trockengewicht).

Da FREUDENSTEIN (1924) im Thorax wie auch im Kopf nur kleine Fettzellansammlungen findet, wird es sich hauptsächlich um Muskellipide handeln. Nach Untersuchungen von WATANABE und WILLIAMS (1951) enthält das Sarkosom von *Phormia* 27,3 - 30,4 % Lipid vom Trockengewicht. WILLIAMS und Mitarbeiter (1946) fanden bei Ratten unterschiedlichen Alters im Muskel 15 - 27 % Gesamtfett vom Trockengewicht.

Die stärksten Schwankungen zeigt das Abdomen. Nach FREUDENSTEIN (1924) liegt der imaginale Fettkörper fast nur im Abdomen. SCHNELLE (1924) weist nach, daß die Fettzellen des Fettkörpers auch tatsächlich Fett enthalten; auch AD. KÖHLER (1921) findet im Sommer zahlreiche vorhandene Fetteinschlüsse. Der Lipidgehalt des Abdomens steigt nach meiner Untersuchung bis zum 9. Tag an und sinkt dann bei älteren Stockbienen und Flugbienen langsam ab. Dies Ergebnis befindet sich in guter Übereinstimmung mit SCHNELLE, der bei Jungbienen zahlreiche Fetteinschlüsse findet, während bei älteren Bienen mehr Eiweiß in den Fettkörper eingelagert wird. Die histologischen Befunde MOGILAS (1937) ergeben, daß Fett in allen Fettzellen bei 2 - 3 Tage alte Bienen auftritt und zwischen dem 5. - 7. Tag den höchsten Wert erreicht; dann nimmt der Fettgehalt wieder ab. Für das gesamte Abdomen ergibt sich bei meinen Untersuchungen das Maximum bei 9 Tagen. Der Unterschied von 2 - 4 Tagen zwischen dem von MOGILA und mir gefundenen Maximum erklärt sich durch die sich steigernde Ausbildung der wachsausscheidenden Hypodermis, die das mögliche Absinken des Fettgehalts der Fettzellen überlagert. Die Abnahme der Lipide nach dem 9. Tag deutet die Möglichkeit eines Zusammenhangs mit der Wachsproduktion und Wachsabscheidung an.

Im Verhältnis zum Trockengewicht zeigt das Abdomen die stärksten Schwankungen des Lipidgehalts von allen Körperteilen. Er liegt zwischen 23,3 % und 12 % und sinkt bei alten Flugbienen bis auf 7,4 % ab. Der relative Lipidgehalt steigt bei jungen Stockbienen stark an, erreicht am 9. und 12. Tag seine höchsten Werte und sinkt mit zunehmendem Alter immer mehr ab.

Bei der ganzen Biene ohne Darm ist der relative Lipidgehalt praktisch konstant. Bei den einzelnen Körperabschnitten trifft dies nur für den Thorax zu. Abdomen und Kopf haben einen stark schwankenden Lipidgehalt, also einen Lipidstoffwechsel, der auch unabhängig von den Veränderungen der anderen Stoffe stattfindet. Jedoch überlagern sich die Schwankungen im Lipidgehalt von Kopf und Abdomen so, daß sie sich etwa aufheben.

Die Zunahme des absoluten Lipidgehalts bis zum 9. Tag ist hauptsächlich auf die Vermehrung der Lipide im Thorax und Abdomen, weniger auf die Zunahme im Kopf zurückzuführen. Die Abnahme nach dem 9. Tag erklärt sich überwiegend durch die starke Verminderung der Lipide im Abdomen, da der Lipidgehalt des Thorax nur langsam zurückgeht. Während der gesamten Lebenszeit der Biene enthält nicht das Abdomen, sondern der Thorax am meisten Lipide. Jedoch wechselt der Lipidgehalt des Abdomens rascher und ist im Verhältnis zum Trockengewicht weit höher als der der anderen Körperteile. Insgesamt stellt das Abdomen nur ein bescheidenes Fetterservoir für die Biene dar. Der Name Fettkörper steht diesem Organ bei der Biene weniger als vielen anderen Insekten zu.

b) Darm und Darmteile.

Der Lipidgehalt des Darmes mit Inhalt steigt im Sommer während der ersten 6 bzw. 9 Tage stark an, übertrifft

in seinen maximalen Werten meist den Lipidgehalt der Biene ohne Darm, nimmt dann in der Regel rasch ab und erreicht bei den Flugbienen sehr niedrige Werte. Er beeinflusst den Gesamtlipidgehalt der Biene so wesentlich, daß die Lipidkurve der Biene mit Darm eine ganz andere Größenordnung und einen recht willkürlichen Verlauf bekommt.

Durch die bei den Sonderversuchen erwähnten Extraktionen von leeren Bienen Därmen ist erwiesen, daß es sich bei den im Darm gefundenen Lipiden nicht um Lipide der Darmwand, sondern des Darminhalts handelt. In Übereinstimmung damit befinden sich die Untersuchungen von PETERSEN (1912), der histologisch kein Fett in den Mitteldarmepithelzellen nachweisen konnte.

Die getrennten Untersuchungen von Honigblase, " Mitteldarm " und Kotblase, alle mit Inhalt, geben wichtige Aufschlüsse für die Erklärung der Gesamtkurve des Darms (K - Serie). Die Honigblase enthält wenig Lipide. Nach WHITECOMB und WILSON (1929) ist die Honigblase nach 30 Minuten wieder pollenfrei. SCHREINER (1952) gibt für ältere Bienen 1 - 2 Stunden an, während von wenigen Stunden alten Jungbienen 8 - 10 Stunden benötigt werden, bis die Honigblase nach der Nahrungsaufnahme wieder pollenfrei ist. Auch der Lipidgehalt des Mitteldarmes ist gering. Auch dies befindet sich in Übereinstimmung mit WHITECOMB und WILSON, nach deren Beobachtungen der Pollen nach 1 - 3 Stunden in den Enddarm übertritt, und mit SCHREINER, nach dessen Angaben es 6 - 30 Stunden dauert, bis der erste Pollen in der Kotblase auftritt. SCHREINERs Feststellungen über den langsameren Pollentransport bei Brutpflegebienen (30 Stunden) wird durch den von mir gefundenen höheren Lipidgehalt des Mitteldarms während dieser Zeit bestätigt. Da der Pollen recht rasch den Darmkanal der Biene durchläuft, ist der hohe Lipidgehalt der Kotblase verständlich. Er nimmt während der ersten Tage rasch zu, bestimmt den Lipidgehalt des Darmes und beeinflusst damit wesentlich den Gesamtlipidgehalt

der Biene. Ob das Maximum des Darmlipidgehalts am 6. oder 9. Tag liegt, hängt also lediglich davon ab, wann die Bienen abkoten. Ebenso ist das nochmalige Ansteigen und plötzliche Absinken des Darmlipidgehalts älterer Stockbienen (G - Serie) auf die gleiche Tatsache zurückzuführen.

Rückschlüsse auf die Pollen- und Lipidverdauung läßt der relative Gehalt an Lipiden im Verhältnis zum Trockengewicht zu.

K - Serie Darm.

Lipidgehalt in % zum Trockengewicht.

Alter in Tagen	0	3	6	9	12	18	24
Honigblase	----	1,6	1,0	0,2	0,5	0,5	0,6
Mitteldarm	13,1	11,1	10,5	15,5	7,4	7,2	9,3
Kotblase	20,0	34,6	27,2	40,7	26,4	28,0	8,5
Darm gesamt	17,3	11,8	7,9	8,5	2,8	2,1	2,7

Bei der Honigblase liegen die Werte - abgesehen von den Verhältnissen bei Frischgeschlüpften, die wegen der sehr geringen Menge mit großen Fehlern behaftet sind - zwischen 1,6 % am 3. Tag und 0,2 % am 9. Tag, da die Honigblase weit mehr als 50 % des Trockengewichtes des Darmes ausmacht. Beim Mitteldarm liegen die Werte zwischen 15,5 % am 9. Tag und 7,2 % am 18. Tag. Überraschend in der Größe der Werte sind die Verhältnisse bei der Kotblase. Vom 3. bis zum 18. Tag enthält die Kotblase mehr als 25 % Lipide, am 9. Tag sind es sogar über 40 %.

Pollen enthält maximal etwa 20 % Lipide vom Gesamtgewicht und durchschnittlich etwa 10 - 12 % Lipide vom Gesamtgewicht; auf das Trockengewicht des Pollens bezogen wäre das maximal etwa 26 % und durchschnittlich 13 - 15 %

Lipid. Der prozentuale Gehalt der Honigblase an Lipiden ist gering und durch den schnellen Pollentransport und starken Zuckergehalt ohne weiteres verständlich. Im Mitteldarm erreichen die Prozentgehalte bei Putz- und Brutpflegebienen schon die durchschnittlichen Werte. In der Kotblase überschreiten bei Stockbienen die Prozentgehalte an Lipiden das tatsächlich mögliche Maximum des Pollens bei weitem (z. B. bei 9 Tage alten über 40 %). Der Lipidgehalt ist so hoch, daß er selbst durch die alleinige Anwesenheit von völlig unverdaulichem Pollen nicht erklärt werden kann. Durch diese Tatsache und die steigende prozentuale Zunahme des Lipidgehalts zur Kotblase hin ist der Schluß zwingend, daß die Bienen auch in verdaulichem Pollenkörnern die Lipide zum größten Teil zurücklassen, die anderen Stoffe aber resorbieren.

Somit verfügen die Bienen über einen großen Lipidgehalt im Darm, besonders in der Kotblase. Da die Lipide vom Darm nur zu einem ganz geringen Teil aufgenommen, zum größten Teil aber ungenutzt wieder abgegeben werden, finden sie trotz des großen Angebots im ganzen gesehen wenig Verwendung. Die Ergebnisse der Untersuchungen des Darms bzw. des Darminhalts und der darmlosen Bienen entsprechen sich also in sinnvoller Weise. Würde man lediglich den Gesamtlipidgehalt der Bienen mit Darm bestimmen, so käme man zu dem falschen Ergebnis eines kräftigen Lipidstoffwechsels.

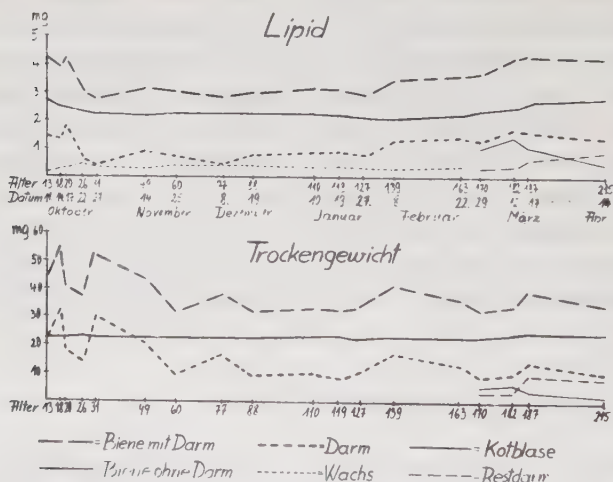
B. Winterversuche.

Wegen der Eigenart der Überwinterung der Bienen im Stock bei ausreichenden Nahrungsvorräten wurde der Lipidgehalt der Bienen während des Winters untersucht. Um die Zahl der Bienen im Stock nicht zu stark zu vermindern, gelangten pro Versuch nur 15 Bienen zur Untersuchung. Beim Abfangen der gezeichneten Bienen mußte der Stock auch bei kalter Witterung für kurze Zeit geöffnet werden. Durch die-

se Störung flog ein geringer Teil der Bienen auf und kote-
te ab; dies beeinträchtigt etwas die Genauigkeit der Darm-
untersuchungen. Jedoch kam selbst während des strengen Win-
ters 1955/56 der Stock gut ins Frühjahr - einige andere
Stöcke froren in dieser Zeit aus - so daß sich diese etwas
harte Methode gut bewährt hat.

Im Winter 1955/56 wurde die F - Serie durchgeführt.
Die Bienen wurden wie bei den Serien A, B, C und D gezeich-
net und präpariert. In der Tabelle und der graphischen Dar-
stellung werden Lebensalter und Datum der Untersuchung an-
gegeben. Im Oktober wurde etwa jede Woche eine Extraktion
durchgeführt, dann etwa alle 14 Tage eine; diese Versuchs-
dichte ist durchaus ausreichend.

F - Serie



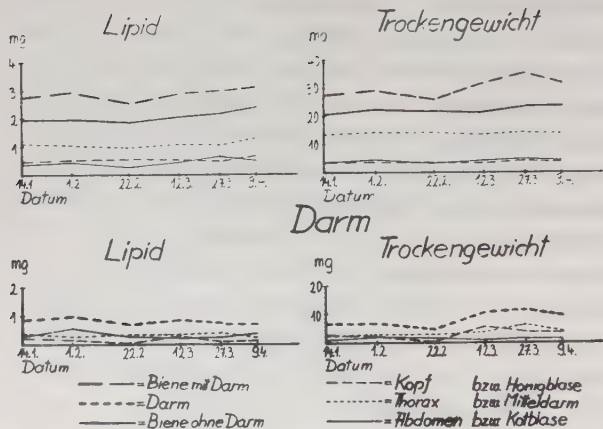
Der Lipidgehalt der Biene ohne Darm fällt von Anfang
Oktober bis Ende Oktober von etwa 2,7 mg auf etwa 2,3 mg.
Von Ende Oktober bis Ende Februar ist der Lipidgehalt fast
konstant und liegt zwischen 2,1 mg und 2,3 mg. Von Ende

Februar steigt er bis Mitte April wieder bis über 2,7 mg. Während der wirklich kalten Jahreszeit sind im absoluten Lipidgehalt der Biene kaum Schwankungen festzustellen. Für die Zeit vom 27.10. bis 22.2. ist der Mittelwert gleich 2,221 mg, der mittlere Fehler beträgt nur 0,060 mg. Auch relativ zum Trockengewicht ist der Lipidgehalt nahezu konstant; er liegt zwischen 9 und 10 %. Der Lipidgehalt des Darms ist überaus schwankend, aber verhältnismäßig gering; es treten jedenfalls keine so großen Maxima wie im Sommer auf. Bei den letzten vier Versuchen dieser Serie wurden die Kotblasen getrennt vom übrigen Darm extrahiert; am 29.2., 12.3. und 17.3. waren sie prallgefüllt. Auch hier zeigt sich, daß in den prallen Kotblasen der größte Teil der Lipide des Bienendarms enthalten ist. Im ganzen liegen beim Darm die absoluten Werte weit niedriger und die relativen - am 12.3. enthält die Kotblase 63,3 % der gesamten Darmlipide - auch noch unter den Werten, die im Sommer bei der K - Serie gefunden wurden. Die bei den Winterbienen abgelösten Wachsmengen sind recht beträchtlich (zwischen 0,3 und 0,4 mg).

Die J - Serie wurde im Winter 1956/57 mit einem anderen Stock wie die F - Serie durchgeführt. Die Bienen wurden nicht altersmäßig bestimmt, sondern Anfang Januar im Stock selbst gezeichnet und dann wie bei der K - Serie präpariert und extrahiert. Mit der Untersuchung wurde Mitte Januar begonnen und etwa alle 14 Tage ein Versuch durchgeführt. Es interessiert vor allem der Lipidgehalt des Abdomens und der Darmteile.

Die Kurve für die Biene ohne Darm zeigt wieder einen recht ausgeglichenen Verlauf und ein Ansteigen des Lipidgehalts im Frühjahr an. Im ganzen liegen die Werte um 0,2 mg (etwa 10 %) niedriger als im Winter des Jahres vorher. Der Lipidgehalt des Kopfes ist so wie im Sommer, der des Thorax etwas geringer. Auch relativ zum Trockengewicht ist der Lipidgehalt von Kopf und Thorax etwa wie im Sommer. Für den Kopf liegt er zwischen 11,5 und 16 %, für den Thorax zwischen

J - Serie



7 und 9 %. Die höheren Werte werden jeweils erst im März erreicht. Beim Abdomen zeigt der Lipidgehalt einige Schwankungen und Ende Februar mit etwa 0,3 mg den geringsten Wert, steigt aber dann bis Ende März bis fast 0,7 mg wieder an. Auch der relative Lipidgehalt des Abdomens ist wesentlich geringer als im Sommer. Er beträgt bis Ende Februar 7,7 - 9 %; erst im März steigt er bis 13,5 % an. Der Darmgehalt an Lipiden ist ähnlich gering wie bei der F - Serie. Eine größere Ansammlung von Lipiden in der Kotblase konnte nicht gefunden werden. Nur am 1.2. waren 7 von 15 Kotblasen prall gefüllt, sonst waren sie fast leer, wie auch ein Vergleich der Trockengewichte der J - Serie mit denen der F - Serie zeigt. Bei der J - Serie wurde nur etwa die Hälfte der Wachsmenge gefunden wie bei der F - Serie.

Zusammenfassend läßt sich über die Winterversuche folgendes sagen:

Bei überwinternden Bienen nimmt der Lipidgehalt der

Biene ohne Darm im Herbst ab, bleibt von Ende Oktober bis Ende Februar konstant und niedrig und steigt von Ende Februar bis zum April wieder an.

Da die Ergebnisse beider Winterserien nicht ganz übereinstimmen, muß erwähnt werden, daß der Winter 1955/56 (F - Serie) sehr streng, der Winter 1956/57 (J - Serie) wesentlich milder war, so daß die Bienen häufiger abkoten konnten. Ob der um 10 % geringere Lipidgehalt der Bienen ohne Darm auch auf die Temperaturunterschiede, oder auf andere Stockverhältnisse - der Stock der J - Serie war ein anderer - zurückzuführen ist, läßt sich bei nur zwei Serien nicht einwandfrei feststellen. Da sich im Sommer bei der I - und K - Serie mit dem gleichen Stock auch ein etwas geringerer Lipidgehalt der Bienen ergab, neige ich dazu, Unterschiede von Stock zu Stock für ausschlaggebend zu halten.

Während im Kopf und Thorax der absolute und relative Lipidgehalt etwa so wie im Sommer ist, enthält das Abdomen absolut und relativ wesentlich weniger Lipide. AD. KÖHLER (1921) findet, daß die im Sommer zahlreich vorhandenen Fettschlüsse des Fettkörpers im Winter durch eiweißartige Gebilde ersetzt werden.

Die Bienen legen sich im Herbst kein Fettpolster zu. Der geringe Lipidgehalt, die gleichbleibenden absoluten Werte für die Biene ohne Darm und besonders die geringen Schwankungen der relativen Werte des Abdomens während des Winters zeigen, daß die Biene die Lipide als Reservestoff für den Winter so gut wie nicht verwendet.

C. Sonderversuche.

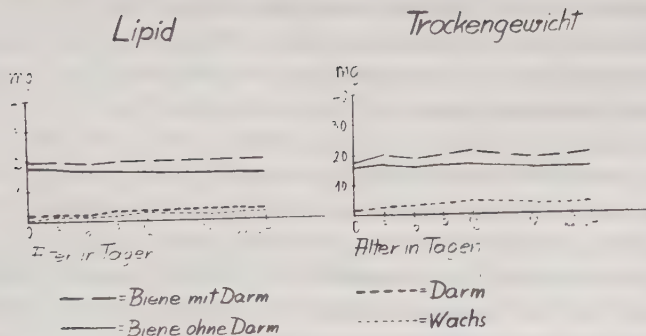
Während der Sommer- und Winterserien wurden einige Versuche durchgeführt, die sich in ihrer Methodik von den übrigen unterscheiden und deshalb in diesem eigenen Kapitel

beschrieben werden.

Die wichtigste dieser Untersuchungen ist die E - Serie. Sie wurde genau gleichzeitig mit der D - Serie durchgeführt, so daß diese als Kontrolle für die E - Serie dient. Der Versuch mit frischgeschlüpften Bienen ist für die D - und E - Serie derselbe. Die Bienen für die E - Serie wurden innerhalb weniger Stunden gleich beim Schlüpfen von der Wabe aus dem Thermostaten abgefangen, so daß sie keine Nahrung aufnehmen konnten. Sie wurden zu je 30 - 40 Stück in kleine Bienenkästchen gesperrt, die oben mit einem Drahtnetz und unten mit einer auswechselbaren Glasplatte versehen waren, um die Kästchen leichter reinigen zu können. In die Kästchen wurden je 2 Pipetten waagrecht eingeführt, die mit destilliertem Wasser und 2-molarer Traubenzuckerlösung gefüllt waren. Die Kästchen wurden während der Dauer der ganzen Versuchsserie in einem Thermostaten bei 32 Grad gehalten und die Pipetten von Zeit zu Zeit aufgefüllt, so daß stets Wasser und Zuckerlösung in reichlicher Menge angeboten waren. Ziel der Untersuchung war, Zusammenhänge zwischen Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel zu finden und eventuelle Beziehungen zur Wachstumsproduktion festzustellen.

Die Kurve der Biene ohne Darm zeigt einen ganz anderen Verlauf als die der D - Serie. Der Lipidgehalt nimmt wenig aber stetig vom Wert der Frischgeschlüpften mit 1,763 mg auf den Wert der 24 Tage alten Bienen mit 1,565 mg ab, und zwar insgesamt um rund 0,2 mg. Es fehlt also völlig die Zunahme des Lipidgehalts bis zum 9. Tag, sowie die allmähliche Verringerung bei Flugbienen. Ganz eigentümlicher Weise nimmt der Lipidgehalt des Darmes um etwa den gleichen Betrag zu, so daß sich für die gesamte Biene, von ganz geringen Schwankungen abgesehen, ein fast konstanter Lipidgehalt ergibt. Es kam zwar nicht zur Abscheidung vollausgebildeter Wachsschuppen, jedoch findet sich vom 12. Tag an über 0,2 mg Wachs auf den Wachsspiegeln. Auch das Trockengewicht der Biene ohne Darm ist fast konstant und liegt

E - Serie



zwischen rund 15,4 mg und 16,8 mg; bei der D - Serie liegen die Werte zwischen etwa 15,7 mg und 27 mg. Im ganzen gesehen spielen sich bei reiner Kohlenhydratfütterung kaum Veränderungen ab, was den Lipidgehalt und die Körpersubstanz betrifft.

Bei der F - Serie wurden im Winter noch zwei Untersuchungen von Bienen der D - Serie durchgeführt, die im August geschlüpft und mehr als 33 Tage älter als die der F - Serie waren. Es sollte geprüft werden, ob im Winter das Alter oder die Jahreszeit den Lipidgehalt der Bienen beeinflusst. Die Ergebnisse stimmen fast genau überein. Da jedoch auch später etwa gleich alte Bienen der F - Serie die gleichen Werte zeigen, war der Zeitpunkt der Untersuchung ungünstig. Besser jedoch zeigen 2 andere Versuche, daß im Winter nicht das Alter, sondern die Jahreszeit ausschlaggebend ist. Am 8.12. und am 19.12.1956 wurden gleichzeitig mit zwei anderen Versuchen der F - Serie 15 beliebige Bienen, also unbestimmten Alters, untersucht; sie zeigen den

gleichen Lipidgehalt wie die Bienen der F - Serie.

Bei der I - Serie wurde untersucht, ob sich der Lipidgehalt einer einzelnen Biene ohne Darm stark vom Durchschnittswert von 25 Bienen ohne Darm unterscheidet. Da nur 3 Apparaturen zur Verfügung standen, konnten nur je 3 Bienen gleichen Alters einzeln extrahiert werden. Die Frischgeschlüpften wurden zuerst untersucht. Das Ergebnis zeigt eine maximale Schwankung im Lipidgehalt von 0,192 mg. Der daraus errechnete Durchschnitt unterscheidet sich vom Durchschnitt der 25 Bienen sogar um 0,215 mg. Die zweite Untersuchung dieser Art wurde bei 12 Tage alten Bienen durchgeführt. Hier beträgt die maximale Differenz im Lipidgehalt 0,316 mg, der Durchschnitt dieser 3 Untersuchungen unterscheidet sich vom Durchschnitt von 25 Bienen um 0,067 mg. Es zeigt sich also, daß von Biene zu Biene beträchtliche individuelle Unterschiede im Lipidgehalt bestehen, wenn auch jeweils 3 Untersuchungen einzelner Bienen kein vollständiges Bild liefern können.

Zum Schluß sei noch über zwei Versuche berichtet, die sich mit dem Lipidgehalt des Darmschlauches beschäftigen. Da durchaus die Möglichkeit besteht, daß die Darmwand größere Mengen an Lipiden enthält, wurden im Winter 1955/56 und im Sommer 1954 (bei 9 Tage alten Bienen) aus je 10 Därmen der Darminhalt sorgfältig entfernt und die Därme extrahiert. Im Winter enthielten 10 Därme 0,103 mg Lipide, im Sommer 0,122 mg. Unter Darm ist auch hier der Abschnitt von einschließlich Honigblase bis Kotblase zu verstehen. Die gefundenen Werte sind so gering, daß sich die bei den Serienversuchen des Darms gefundenen Lipidmengen fast ausschließlich auf den Darminhalt beziehen.

IV. Diskussion.

Die Lipidbestimmungen an Entwicklungsstadien der Arbeitsbiene von STRAUS (1911) und MELAMPY, WILLIS und MC GREGOR (1940) zeigen, daß die Lipide im Larven- und Puppenstadium eine große Rolle spielen. Der Lipidgehalt zeigt eine starke Zunahme während der praepupalen Periode und erreicht kurz vor der Verpuppung seine höchsten Werte (STRAUS: 6 mg, MELAMPY und Mitarbeiter: 5,37 mg). In diesem Stadium beträgt nach MELAMPY und Mitarbeiter der Lipidgehalt im Verhältnis zum Trockengewicht etwa 18 %. Während der Puppenzeit sinkt der Lipidgehalt stark ab und erreicht seine tiefsten Werte am Ende der Entwicklung mit 1,44 mg (MELAMPY und Mitarbeiter). Der Verbrauch an Lipiden während der Puppenzeit beträgt nach STRAUS 4,9 mg und nach MELAMPY u. M. 3,6 mg. Während der larvalen und pupalen Entwicklung verhält sich die Biene in ihrem Lipidgehalt und Lipidstoffwechsel wie die meisten anderen Insekten.

Bei der Imago dagegen haben die Lipide keine so große Bedeutung. Zwar enthält die gesamte Biene beträchtliche Mengen an Lipiden (bis zu 7 mg), jedoch lassen sich daraus keine Rückschlüsse auf den Lipidstoffwechsel ziehen, da der Großteil der Lipide aus dem Darminhalt stammt und diese gar nicht in den Körper selbst aufgenommen werden. Die Lipide sammeln sich in großen Mengen in der Kotblase an. Wahrscheinlich hat die Biene nur eine schwach wirkende Lipase, wie die Schwierigkeiten bei deren Auffindung vermuten lassen. So hat die Biene durch die Pollenaufnahme ein großes Lipidangebot im Darm, nützt es jedoch nur in geringem Maße.

Rückschlüsse auf den Lipidstoffwechsel lassen nur Lipidbestimmungen von Bienen zu, bei denen der Darm samt Inhalt entfernt wurde. Beim Vergleich der Ergebnisse zeigt sich, daß der Lipidgehalt im Sommer vom Lebensalter abhängig ist. Da die Arbeitsteilung der Bienen auch altersbedingt ist, liegt

es nahe, einen Zusammenhang zwischen dem Lipidgehalt und der Tätigkeit der Bienen zu suchen.

Nach dem großen Lipidverbrauch während der Puppenzeit enthält die geschlüpfte Imago nur geringe Mengen an Lipiden (etwa 1,7 mg). Während der ersten neun Lebenstage erhöht sich der Lipidgehalt um rund 70 % auf etwa 2,9 mg. So hat die Biene vom 6. bis zum 12. Tag, also während der Brutpflegetätigkeit, den höchsten Lipidgehalt. Ähnlich ist es nach Untersuchungen von DE GROOT (1953) mit dem Stickstoffgehalt; er erreicht bei 7 - 15 Tage alten Bienen die höchsten Werte. Die auf den 9. Tag folgende Abnahme der Lipide steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Wachsproduktion. Der Lipidgehalt des Abdomens sinkt absolut um etwa 0,4 - 0,5 mg und relativ zum Trockengewicht um etwa 6 - 7 %. RÖSCH (1927) und ÖRÖSI (1931) sprechen sich für einen engen Zusammenhang zwischen Fettkörper und wachsbildender Hypodermis aus. ÖRÖSI stellt direkte Resorption von Fettkörperzellen durch die Wachsdrüsen fest. Bei Flugbienen nimmt der absolute Lipidgehalt mit zunehmendem Alter immer mehr ab und nähert sich dem der Frischgeschlüpften. Relativ zum Trockengewicht hat die Flugbiene den geringsten Gehalt an Lipiden; besonders stark sinkt der Lipidgehalt im Abdomen ab. Die Biene nimmt die Energie, die sie zum Flug benötigt, aus dem Zucker. Dies ist durch RQ - Untersuchungen von JONGBLOED und WIERSMA (1934) und Blutzuckerbestimmungen von BEUTLER (1936) nachgewiesen. Weil die Lipide zum Flug nicht benötigt werden, wären große Fettreserven beim Fliegen nur unnötiger Ballast.

Da die Biene den Betriebsstoffhaushalt aus dem Kohlehydratstoffwechsel deckt, verwendet sie die Lipide nur in geringem Ausmaß. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von WEIS - FOGH (1952) bei Heuschrecken. Diese enthalten etwa 10 % Fett vom Frischgewicht; die Arbeitsbiene mit Darm hat nur 2 - 5 %. Bei Heuschrecken entfallen 85 - 90 % des Fetts auf den Fettkörper. Bei Arbeitsbienen ohne Darm enthält das Abdomen etwa nur $\frac{1}{3}$ der Lipide des Körpers. Nach

WEIS - FOGH wird das Fett bei Heuschrecken im Betriebsstoffwechsel verbraucht; nach dem Absinken des Glykogenvorrats der Muskeln wird das Depotfett mobilisiert. KOZHANTSHIKOV (1938) stellt bei Schmetterlingen eine Zunahme des Fettgehalts bei Glukosefütterung fest. Er schließt auf eine Synthese von Fett aus Zucker. Nach Untersuchungen von ZEBE (1954) an Schmetterlingen steigt bei Glukosefütterung der Fettgehalt bezogen auf das Trockengewicht innerhalb von 24 Stunden um etwa 10 % auf rund 22 %. Bei Arbeitsbienen dagegen ändert sich der Lipidgehalt bei einseitiger Fütterung mit Traubenzucker nicht (E - Serie). Durch RQ - Untersuchungen und vergleichende Fettanalysen wird von ZEBE nachgewiesen, daß für die Tätigkeit der Flugmuskulatur Fett ausgenutzt wird. ZEBE ist der Meinung, daß bei Orthopteren und Lepidopteren Fettverbrennung, bei Dipteren und Hymenopteren Kohlenhydratverbrennung stattfindet. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse fügen sich in diese Ansicht ein, jedoch ist ihre Zahl noch recht gering.

Die Fettanalysen von BUSNEL (1937) an Kartoffelkäfern zeigen, daß vor der Verpuppung der Fettgehalt stark zunimmt und der Fettvorrat während der Puppenzeit weitgehend verbraucht wird. Die Imago des Kartoffelkäfers zeigt beträchtliche prozentuale Schwankungen des Fettgehalts: Starke Zunahme durch Fraßperiode, kräftige Abnahme während der Winterruhe (erfolgende geschlechtliche Reifung), erneute Zunahme bis zur Eiablage und erneutes Absinken im Alter. Die Biene verhält sich während der Metamorphose ähnlich wie der Kartoffelkäfer. Bei der Imago der Biene fehlen die Schwankungen im Lipidgehalt, da die Bienenarbeiterin als verkümmertes Weibchen weder zur Geschlechtsreife noch zur Eiablage kommt.

Während der Überwinterung ist der Lipidgehalt der Arbeitsbiene von Ende Oktober bis Ende Februar konstant und steigt erst im März wieder an. USCHATINSKAJA (1952) weist an Insekten verschiedener systematischer Gruppen eine erheb-

liche Zunahme des Fettgehalts vor der Überwinterung nach. Nach BUSNEL (1937) sinkt der Lipidgehalt des Kartoffelkäfers während der Winterruhe von 14,99 % auf 3,27 % ab. BUXTON (1935) zeigt an *Culex*, welche Bedeutung die Fette bei einer Diptere für die Überwinterung haben können. Im September und Oktober enthalten überwinternde Weibchen 0,91 mg Fett (Frischgewicht 3 mg), im März und April sind nur noch 0,13 mg Fett (Frischgewicht 2 mg) vorhanden. Im Gegensatz dazu spielen die Lipide für die Biene im Winter als Reservestoff keine Rolle. Durch die Art ihrer Lebensweise und Überwinterung speichert sie nicht wie die anderen Insekten ihre Vorräte im Körper sondern im Stock und hat sich so von dem sonst so wichtigen Reservestoff Fett unabhängig gemacht.

V.

Versuchsergebnisse in Zahlen.

Die Versuchsserien werden alphabetisch aufgeführt. Angegeben werden Lebendgewicht, Trockengewicht, Lipidgewicht und gegebenenfalls das Gewicht der abpräparierten Wachsschuppen. Letzteres ist nicht in das Gesamtlipidgewicht der Biene miteingerechnet.

Alle angegebenen Gewichte sind in mg ausgedrückt und beziehen sich auf eine Biene. Die Genauigkeit der angegebenen Gewichte entspricht nur der Wägegenauigkeit. Der Fehler durch die Extraktion ist nicht berücksichtigt.

A - Serie

Mai 1955
begonnen am 2.5.

Alter in Tg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht			Lipidgewicht		
		Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.
0	106,9	15,874	1,721	17,595	1,597	0,221	1,718
3	109,0	20,347	5,164	25,511	2,246	1,639	3,885
6	104,4	22,783	12,891	35,674	2,723	2,519	5,242
9	117,9	24,196	11,156	35,352	2,866	2,157	5,023
12	116,0	25,644	15,239	40,883	2,672	1,553	4,225
15	111,8	23,545	15,715	39,260	2,554	1,556	5,890
18	106,9	24,450	12,606	37,056	2,403	1,476	3,879
22	99,8	22,260	7,701	29,961	2,206	0,645	2,851
24	101,8	22,824	5,854	26,678	1,966	0,321	2,287

B - Serie

Juni 1955
begonnen am 2.6.

Alter in Tg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht			Lipidgewicht			
		Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Wachs
0	110,4	16,576	2,488	18,864	1,761	0,308	2,069	-----
3	117,3	20,249	3,905	30,154	2,136	2,118	4,254	0,419
6	114,0	24,480	13,617	38,097	2,784	2,369	5,749	0,553
9	115,0	27,355	10,014	37,369	2,852	1,740	4,592	0,696
12	117,8	26,813	9,433	36,246	2,614	0,746	3,390	0,813
15	124,5	26,924	15,826	42,750	2,690	0,821	3,479	0,652
18	114,0	25,180	11,372	36,552	2,423	0,519	2,942	0,271
22	102,5	21,920	10,208	32,128	2,112	0,980	3,092	0,153
27	102,4	21,838	11,161	32,999	2,274	0,730	3,004	0,131
30	105,0	22,109	4,367	26,476	1,911	0,353	2,264	0,188

C - Serie

Julii 1955
begonnen am 30.6.

Alter in Tg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht			Lipidgewicht			Nachs
		Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	
0	114,2	18,212	1,936	20,148	1,797	0,171	1,968	-----
3	133,1	21,990	17,807	39,797	2,258	2,352	4,610	0,336
6	148,6	23,023	34,539	57,562	2,653	4,620	7,273	0,384
9	140,7	25,865	18,319	44,184	2,983	1,604	4,587	0,491
12	141,9	26,438	19,352	45,790	2,715	1,350	4,065	0,534
15	137,0	25,152	20,124	45,276	2,642	2,108	4,750	0,854
18	132,0	24,522	22,867	47,389	2,573	1,601	4,174	0,636
22	121,9	24,560	19,306	43,866	2,369	1,022	3,391	0,432
24	123,5	24,596	15,774	40,370	2,318	0,687	3,005	0,241
27	115,3	24,009	13,519	37,528	2,196	0,677	2,873	0,163
30	103,2	22,712	12,858	35,570	2,091	0,409	2,500	0,156
45	79,7	20,813	6,023	26,836	1,688	0,419	2,107	0,121

D - Serie

August/September 1955
begonnen am 20.8.

Alter in Tg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht			Lipidgewicht			Wachs
		Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	
0	92,6	15,726	1,827	17,553	1,763	0,197	1,960	-----
3	101,2	22,284	20,259	42,543	2,222	2,520	4,742	0,145
6	118,1	24,375	18,565	42,940	2,510	1,407	3,917	0,389
9	119,6	25,294	22,381	47,675	2,905	2,491	5,396	0,382
12	116,4	26,600	29,683	56,283	2,847	0,995	3,842	0,287
15	139,2	27,016	38,885	65,901	2,898	1,919	4,817	0,308
18	120,8	25,682	31,497	57,179	2,750	1,832	4,582	0,250
22	105,0	22,440	21,771	44,211	2,664	0,929	3,593	0,165
24	111,2	23,016	24,756	48,772	2,581	1,144	3,725	0,266
27	113,8	23,281	25,092	48,373	2,571	0,862	3,433	0,149

E - Serie

August/September 1955
begonnen am 20.8.

Alter in Tg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht			Lipidgewicht			Wachs
		Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	
0	92,6	15,726	1,827	17,553	1,763	0,197	1,960	-----
5	79,3	17,090	2,968	20,058	1,720	0,245	1,965	0,117
6	82,1	16,011	2,930	18,941	1,653	0,240	1,893	0,134
9	77,9	16,509	3,599	20,108	1,639	0,399	2,038	0,124
12	87,8	16,815	4,583	21,398	1,612	0,567	1,979	0,274
18	84,4	15,412	3,466	18,878	1,581	0,448	2,029	0,210
22	86,3	15,759	3,513	19,272	1,604	0,444	2,048	0,253
24	90,5	15,722	4,420	20,142	1,565	0,437	2,002	0,289

F - Serie

Winter 1955/56
begonnen am 11. 10.

Alter in Tg.	Datum	Lebend- gewicht	Blockengewicht			Lipidgewicht			
			Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Wachs
13	11.10.	117,4	22,477	21,973	44,450	2,758	1,473	4,231	0,131
18	14.10.	126,7	22,433	32,272	54,705	2,555	1,420	3,975	0,234
20	17.10.	116,2	22,666	18,278	40,944	2,485	1,788	4,273	0,275
26	22.10.	102,4	23,274	14,464	37,738	2,352	0,764	3,116	0,444
31	27.10.	115,1	22,514	30,096	52,610	2,241	0,432	2,673	0,356
49	14.11.	114,3	22,863	20,522	43,385	2,217	0,936	3,153	0,253
60	25.11.	107,3	22,508	9,224	31,732	2,285	0,752	3,037	0,362
77	8.12.	110,4	22,271	15,845	38,116	2,284	0,426	2,710	0,384
88	19.12.	111,3	22,485	9,640	32,125	2,240	0,776	3,016	0,357
110	10.1.	114,1	23,282	10,164	33,446	2,282	0,891	3,173	0,327
119	19.1.	115,5	23,916	8,958	32,874	2,207	0,955	3,162	0,383
127	27.1.	114,3	22,454	11,158	33,612	2,113	0,816	2,929	0,314

F - Serie

Alter in Tg.	Datum	Lebend- gewicht	Trockengewicht			
			Biene ohne D.	Kot- blase	Honigbl. + Mitteld.	Darm Biene mit D.
139	8.2.	127,1	23,710	-----	-----	17,667
163	22.2.	126,2	23,462	-----	-----	13,165
170	29.2.	130,0	23,633	5,314	4,032	9,346
182	12.3.	135,3	24,298	6,441	3,970	10,411
187	17.3.	124,7	25,095	4,667	10,189	14,856
215	14.4.	114,2	24,239	2,127	8,521	10,648
Alter in Tg.	Datum	Biene ohne D.	Lipidgewicht			
			Kot- blase	Honigbl. + Mitteld.	Darm	Biene mit D.
139	8.2.	2,131	-----	-----	1,326	3,457
163	22.2.	2,206	-----	-----	1,459	3,665
170	29.2.	2,377	1,009	0,315	1,324	3,701
182	12.3.	2,491	1,403	0,380	1,783	4,274
187	17.3.	2,703	1,014	0,614	1,628	4,351
215	14.4.	2,784	0,466	0,963	1,429	4,213
						Wachs
						0,304
						0,366

K - Serie

Winterversuche mit Bienen der D - Serie.

Ter- tag.	Datum	Lebend- gewicht	Trockengewicht			Lipidgewicht		
			Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.
97	25.11.	111,1	22,865	11,196	34,061	2,265	0,885	3,140
110	8.12.	106,8	21,810	15,362	37,172	2,251	0,685	2,936

Winterversuche mit Bienen unbestimmten Alters.

8.12.	21,572	2,267
19.12.	108,3	2,233

G - Serie

Juni 1956

begonnen am 23.5.

Alter in Wg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht				Lipidgewicht					
		Kopf + Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.	Kopf + Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.	Darm	Biene mit D.
0	95,2	10,669	3,419	14,088	2,362	16,450	1,192	0,539	1,731	0,359	2,090
3	109,4	14,292	4,084	18,376	20,187	38,563	1,470	0,615	2,085	1,542	3,627
6	113,5	17,464	4,225	21,689	12,781	34,470	1,787	0,670	2,457	3,343	5,800
9	109,4	19,408	4,040	23,448	16,277	39,725	1,901	0,342	2,843	2,006	4,849
12	109,1	18,722	4,979	23,701	15,631	39,332	1,730	0,820	2,550	1,976	4,526
15	104,3	18,834	4,327	23,161	7,260	30,421	1,679	0,824	2,503	2,200	4,703
18	126,3	18,612	4,557	23,169	9,227	32,396	1,688	0,755	2,443	3,227	5,670
22	108,0	16,030	3,977	20,007	9,441	29,448	1,645	0,391	2,236	1,785	4,021
24	108,9	16,059	3,881	19,940	12,212	32,152	1,631	0,386	2,217	0,354	3,171
27	113,6	16,042	4,079	20,121	12,657	32,778	1,396	0,322	2,118	0,779	2,897

H - Serie

Juli 1956
begonnen am 28.6.

Alter in Tg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht				Lipidgewicht			
		Kopf	Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.	Kopf	Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.
0	115,5	2,563	8,704	3,201	14,468	0,307	0,812	0,631	1,750
3	115,7	3,864	11,865	5,081	20,810	0,416	1,130	0,750	2,286
6	129,7	4,342	15,198	5,877	25,417	0,537	1,288	0,847	2,672
9	131,6	4,982	15,155	6,485	26,622	0,437	1,342	1,187	2,966
12	136,4	5,532	15,522	6,946	28,000	0,447	1,281	1,090	2,818
15	120,5	4,420	13,385	5,533	23,538	0,555	1,183	0,765	2,503
18	121,4	4,262	12,696	5,157	22,115	0,483	1,158	0,736	2,377
22	97,3	3,970	12,642	4,700	21,312	0,514	1,099	0,568	2,181
27	102,2	3,660	12,396	4,495	20,551	0,523	1,068	0,472	2,063
52	78,0	3,276	12,651	4,293	20,420	0,525	0,930	0,392	1,847

I - Serie

August/September 1956
begonnen am 20.8.

Alter in Tg. Gewicht	Trockengewicht				Lipidgewicht			
	Kopf	Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.	Kopf	Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.
0	111,2	2,742	9,387	3,154	15,283	0,254	0,867	0,593
3	116,6	3,753	12,621	4,367	20,741	0,423	1,165	0,622
6	125,5	4,349	13,766	4,108	22,223	0,438	1,157	0,631
9	112,4	4,065	13,836	4,515	22,416	0,525	1,163	0,907
12	103,5	4,127	13,735	3,985	21,847	0,486	1,248	0,838
40						0,482	1,091	0,634
								2,207
								0,170

Darmuntersuchung bei 6 Tage alten Bienen der I - Serie.

Alter in Tagen	Trockengewicht			Lipidgewicht		
	Honigblase	Mitteldarm	Kotblase	Honigblase	Mitteldarm	Kotblase
6	10,864	4,504	8,080	0,168	0,477	2,276

Einzeluntersuchungen von Bienen ohne Darm.

Alter in Tg.	Trockengewicht	Lipidgewicht	Alter in Tg.	Trockengewicht	Lipidgewicht
0	17,004	1,789	12	22,790	2,631
0	16,400	1,916	12	22,769	2,580
0	17,062	1,724	12	22,556	2,315

J - Serie

Winter 1956/57
begonnen am 14.1.

Datum	Lebend- gewicht	Trockengewicht								
		Kopf	Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.	Biene mit D.	Honig- blase	Mittel- darm	Kot- blase	Darm
14.1.	116,5	3,671	13,611	3,665	20,947	27,394	2,945	2,518	0,984	6,447
1.2.	114,8	3,684	14,282	4,669	22,635	29,230	1,930	2,692	1,973	6,595
22.2.	108,7	3,971	14,029	3,608	21,608	26,046	0,279	2,918	1,241	4,438
12.3.	112,3	3,526	13,380	4,193	21,099	31,659	5,642	3,953	0,965	10,560
27.3.	115,0	4,232	14,402	4,968	23,602	35,039	3,803	6,216	1,418	11,437
9.4.	108,7	3,986	13,849	4,303	22,138	31,738	3,878	4,183	1,539	9,600

J - Serie

Datum	Lipidgewicht									
	Kopf	Thorax	Abdomen	Biene ohne D.	Biene mit D.	Honigblase	Mitteldarm	Kotblase	Darm	Nachs
14.1.	0,499	1,116	0,557	1,972	2,782	0,206	0,343	0,261	0,810	0,195
1.2.	0,503	1,071	0,417	1,991	2,962	0,167	0,258	0,546	0,971	0,156
22.2.	0,571	0,997	0,276	1,844	2,518	0,025	0,310	0,239	0,674	0,135
12.3.	0,526	1,078	0,101	2,005	2,854	0,339	0,224	0,210	0,849	0,132
27.3.	0,489	1,011	0,674	2,174	2,956	0,109	0,400	0,244	0,762	0,178
3.4.	0,646	1,259	0,449	2,354	3,083	0,137	0,218	0,374	0,729	0,270

λ - Serie

Juli 1957
begonnen am 6.7.

Alter in Tg.	Lebend- gewicht	Trockengewicht								
		Kopf	Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.	Biene mit D.	Honig- blase	Mittel- darm	Kot- blase	Darm
0	123,8	2,819	10,225	4,000	17,044	19,046	0,134	1,492	0,376	2,002
3	149,2	4,536	14,078	5,377	24,051	51,200	14,643	5,304	6,700	27,153
6	154,3	4,945	15,177	6,283	26,405	70,460	23,470	4,703	3,374	44,055
9	154,0	5,519	15,369	6,103	26,991	78,291	38,662	3,325	3,313	51,300
12	142,8	4,914	15,129	2,793	25,836	75,858	43,160	3,450	3,396	50,022
18	144,2	4,450	14,894	5,020	24,344	72,901	42,541	4,221	1,845	48,607
24	89,2	3,324	13,133	3,684	20,341	32,093	8,931	2,490	0,337	11,758

K - Serie

Alter in Tg.	Lipidgewicht									
	Kopf	Thorax	Abdo- men	Biene ohne D.	Biene D. mit D.	Honig- blase	Mittel- darm	Kot- blase	Darm	Wachs
0	0,307	0,886	0,605	1,798	2,145	0,076	0,197	0,074	0,347	-----
3	0,501	1,052	0,777	2,330	5,544	0,246	0,647	0,521	3,214	0,589
6	0,510	1,185	0,773	2,463	5,972	0,316	0,497	2,691	3,504	0,464
9	0,505	1,204	0,916	2,625	7,035	0,105	0,513	3,792	4,410	0,813
12	0,464	1,190	0,718	2,572	3,782	0,237	0,259	0,914	1,410	0,559
18	0,568	1,166	0,601	2,335	3,360	0,217	0,304	0,504	1,025	0,573
24	0,523	0,924	0,284	1,731	2,050	0,056	0,234	0,029	0,319	0,160

VI.

Zusammenfassung.

Die Methode wurde ausführlich beschrieben und die Fehlergrenze durch Versuche bestimmt. Es wurden 11 Serien mit insgesamt über 300 Untersuchungen durchgeführt, um herauszufinden, welche Bedeutung die Lipide für die Arbeitsbiene haben, und zwar in Abhängigkeit vom Lebensalter der Bienen und von der Jahreszeit. Lebendgewicht, Trockengewicht und Lipidgewicht wurden bestimmt. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- 1.) Im Sommer ist der Lipidgehalt von Bienen, deren Darm mit Inhalt entfernt wurde, vom Lebensalter abhängig. Frischgeschlüpfte Bienen enthalten etwa 1,7 mg Lipide. Während der ersten 9 Lebenstage steigt der Lipidgehalt auf rund 2,9 mg und nimmt damit um 70 % zu. Bis zum 18. Lebenstag fällt er auf etwa 2,4 mg. Flugbienen enthalten rund 2,0 - 2,2 mg Lipide. Vom 6. bis zum 12. Tag ist der Lipidgehalt am größten.

Der Lipidgehalt im Verhältnis zum Trockengewicht ist nahezu konstant. Von alten Flugbienen mit einem minimalen Gehalt von 8,1 % abgesehen, liegt der relative Lipidgehalt der Bienen ohne Darm aller Sommerserien zwischen 9 und 12 %.

- 2.) Der Lipidgehalt des Kopfes nimmt während der ersten 6 Tage von rund 0,3 mg auf fast 0,6 mg zu und bleibt dann etwa konstant.

Die Trockensubstanz enthält bei Stockbienen 8 - 13% und bei Flugbienen 12 - 16 % Lipide.

- 3.) Der Thorax enthält von allen Körperteilen die meisten Lipide, und zwar etwa 0,8 mg bei Frischgeschlüpferten, etwa 1,3 mg bei 9 Tage alten Bienen und etwa 1 mg bei Flugbienen.

Im Verhältnis zum Trockengewicht liegt der Lipidgehalt zwischen 7,5 und 9,6 % und ist damit praktisch konstant. Nur bei alten Flugbienen sinkt er bis auf minimal 7 % ab.

- 4.) Das Abdomen ohne Wachsschuppen enthält etwa nur ein Drittel der Lipide der darmlosen Biene. Frischgeschlüpfte Bienen haben etwa 0,6 mg, 9 Tage alte etwa 0,9 mg und Flugbienen zwischen 0,3 mg und 0,6 mg Lipide.

Prozentual zum Trockengewicht zeigt das Abdomen die stärksten Schwankungen des Lipidgehalts von allen Körperteilen. Er liegt zwischen 23,3 und 12 % und sinkt bei alten Flugbienen bis auf 7,4 % ab.

- 5.) Darmlose Bienen gleichen Alters zeigen deutliche individuelle Unterschiede im Lipidgehalt. Wahrscheinlich schwankt er auch im Durchschnitt von Volk zu Volk im geringen Ausmaß.
- 6.) Von Mai bis Mitte August treten keine jahreszeitlichen Unterschiede im Lipidgehalt darmloser Bienen vergleichbaren Alters auf. Sie machen sich erst bei überwinternden Bienen Anfang September bemerkbar.
- 7.) Im Winter (von November bis Februar) ist der Lipidgehalt nahezu konstant bei etwa 2,2 mg bzw. 2,0 mg. Die 10%ige Differenz der beiden Winterversuche läßt die Frage offen, ob die Unterschiede klimatisch begründet oder ob sie auf unterschiedliche Verhältnisse in 2 verschiedenen Völkern zurückzuführen sind.
- 8.) Der Darmschlauch enthält fast keine Lipide, also beziehen sich die Lipidwerte des Darmes auf den Darminhalt.
- 9.) Der Lipidgehalt des Darmes steigt im Sommer während der ersten 6 bzw. 9 Tage stark an, nimmt dann rasch wieder ab und zeigt bei Flugbienen die niedrigsten Werte. In seinen maximalen Werten überschreitet der Lipidgehalt des Darms den der darmlosen Biene. Im Winter ist der Darmlipidgehalt geringer.
- 10.) Der Lipidgehalt der Honigblase ist sehr gering; er er

hört sich im Mitteldarm. Die Lipide sammeln sich vom 3. - 9. Tag in der Kotblase an, deren Anteil an den Lipiden des gesamten Darmes am 9. Tag über 80 % betragen kann. Das rasche Absinken der Lipide des Darmes zwischen dem 6. und 9. Tag ist auf das Abkoten zurückzuführen.

- 11.) In der Kotblase steigt der prozentuale Lipidgehalt im Verhältnis zum Trockengewicht stark an und kann am 9. Tag 40 % betragen. Dies beweist, daß Bienen auch in verdauten Pollenkörnern die Lipide zum größten Teil zurücklassen.
- 12.) Alle durchgeführten Versuche weisen dahin, daß die Biene die Lipide wenig verwendet. Nur im Sommer zur Zeit der Brutpflege und der Wachsabscheidung spielen sie eine größere Rolle in ihrem Stoffwechsel.

VII.

Literaturnachweis.

1. Abonyi,
Morphologische und physiologische Beschreibung
des Darmkanals der Honigbiene.
Zool. Zentralblatt 11 (1904).
2. Leeken, W.
Über die Putz- und Säuberungshandlung der
Honigbiene.
Arch. Bienenkunde 15 (1934).
3. Beutler, R.
Über den Blutzucker der Biene.
Naturwissensch. 31 (1936).
4. Busnel, R.
Biochemisches Studium der Fette und reduzierenden
Substanzen bei *Leptinotarsa decemlineata*
(Kartoffelkäfer).
C. r. Acad. Sci. Paris 205, (1937)
5. Buxton, P.A.
Veränderungen in der Zusammensetzung von erwachsenen
Culex pipiens während der Überwinterung.
Parasitology 27. (1935).
6. Elser, E.
Die chem. Zusammensetzung der Nahrungstoffe der
Biene.
Märkische Bienenztg. N.F. 18, (1928).
7. Evenius, J.
Die Fermente im Darmkanal der Honigbiene.
Arch. Bienenkunde 7 (1926).

8. Freudenstein, K.
Lage und Anordnung des Fettkörpers der Honigbiene.
Arch. Bienenkunde 6 (1924).
9. Gontarski, H.
Untersuchungen über die Verwertung von Pollen und Hefe zur Brutpflege der Honigbiene.
Zeitschrift f. Bienenforschung Bd.2 Heft 6 (1954).
10. Groot, A.P. de
Protein and amino acid requirements of the honeybee.
Physiol. comp. et oecol. 3 (1953) 197 - 285.
11. Hochrainer, H.
Der Wassergehalt bei Insekten und die Faktoren, die denselben bestimmen.
Zool. Jb. Abt. allg. Zool. u. Phys. 60 (1942).
12. Hunkeler, M.
Untersuchungen über die Darmbakterienflora der Honigbiene.
Dissert. Zürich (1925).
13. Inglesent, H.
Über die enzymatische Funktion der pharyngealen, thorakalen und postcerebralen Drüsen von *Apis mellifica*.
Biochemic. J.S. 34 (1940).
14. Jongbloed, J. und C.A.G. Wiersma.
Der Stoffwechsel der Honigbiene während des Fliegens.
Z. vergl. Physiol. 21 (1934).
15. Kalabuchow, N.I.
Beiträge zur Kenntnis der Kältestarre bei der Biene.
Zool. Jb. Abt. allg. Zool. u. Phys. 53 (1934).
16. Köhler, Ad.
Weist die Biene in ihrem Körper Reservestoffe

für die Winterruhe auf.

Schweizer Bienenztg. 12 (1921).

Über die Einschlüsse der Epithelzellen des
Bienenarms und die damit in Beziehung ste-
henden Probleme der Verdauung.

Zeitschr. f. angew. Entomologie 7 (1920).

17. Kozhantshikov,

Kohlehydrat- und Fettstoffwechsel bei ausge-
wachsenen Lepidopteren.

Bull. entomol. Res. 29 (1938).

18. Lindauer, M.

Ein Beitrag zur Frage der Arbeitsteilung im
Bienenstaat.

Zeitschr. f. vergl. Physiol. 34 (1952).

19. Loele,

Beiträge zur Kenntnis der Histologie und Funk-
tion des Hymenopterendarms.

Zeitschr. f. allgem. Physiol. 16 (1914).

20. Lovern, J.A. and Olley, J.

The lipids of fish.

Biochemic. J. 55 (1953) 686 - 690.

21. Mc Kibbin, J.M. and Taylor.

Bestimmung von Phosphatiden in Organen.

Journ. of Biolog. Chem. 178/17 (1949),

aus Hoppe - Seyler/Thierfelder

Handbuch der phys. u. path. - chem. Analyse
(1953) 3. Band, 2. Teil S. 918.

22. Melampy, Willis and Mc Gregor.

Biochemical aspects of the differentiation of
the female honeybee.

Physiologic. Zool. 13 (1940).

23. Mogila, M.T.

Die altersbedingten Veränderungen des Fett-
körpers bei der Biene.

Bull. Biol. et Med. exper. URSS 3 (1937).

24. Ohnesorge - Humperdinck, J.
Beobachtungen an Kopfdrüsen der Honigbiene.
Naturwissenschaften 40, 61 (1953).
25. Örösi, P.
Die Wachsdrüsen der Winterbienen.
Arb. ung. biol. Forschungsint. 4 (1931).
26. Parker, R.L.
The collection and utilization of Pollen by
the honeybee.
Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir 98 (1926).
27. Pavlovsky and Zarin.
On the structure of the alimentary canal and
its ferment in the bee.
Quart. J. microsc. Sci. 66 (1922).
28. Petersen, H.
Beiträge zur vergleichenden Physiologie der
Verdauung.
V. Die Verdauung der Honigbiene.
Arch. ges. Physiol. 145 (1912).
29. Phillips, E.F.
The effect of activity on the length of the
life of honeybees.
J. Econ. Entomol. 15 (1922).
30. Richards, A.G. jr.
J.N.Y. entomol. Soc. 51 (1943); 52 (1944)
aus: Physiologische Chemie v. B. Flaschenträger
und E. Lehnartz
Band II/2a (1956) Seite 649.
31. Rösch, G.A.
Über die Bautätigkeit im Bienenvolk und das
Alter der Baubienen.
Z. vergl. Physiol. 6 (1927).
32. Rösch, G.A.
Untersuchung über die Arbeitsteilung im Bienen-
staat.
Zeitschr. vergl. Physiol. 2 (1925), 12 (1930).

33. Sacharow, N.L.
Studies in cold resistance of insects.
Ecology, Vol. 11 Nr. 3 (1930).
34. Schnelle, H.
Der feinere Bau des Fettkörpers der Honig-
biene.
Arch. Bienenkunde 6 (1924).
35. Schreiner, Th.
Über den Nahrungstransport im Darm der
Honigbiene.
Zeitschr. f. vergl. Physiol. 34 (1952) 278-298.
36. Straus, J.
Die chemische Zusammensetzung der Arbeitsbienen
und Drohnen während ihrer verschiedenen Ent-
wicklungsstadien.
Zeitschr. Biol. 56 (1911).
37. Uschatinskaja, R.S.
Verlauf einiger physiologischer Prozesse im In-
sektenkörper vor der Überwinterung.
Isv. Akad. Nauk. SSSR. Ser. Biol. 1 (1952).
38. Watanabe, M.I. and C.M. Williams.
Mitochondria in the flight muscles of insects.
I. Chemical composition and enzymatic content.
J. of gen. Physiol. Vol.34, Nr. 5 (1951).
39. Weis - Fogh, T.
Fat combustion and metabolic rate of flying
locusts.
Philosophic. Trans. Roy. Soc. Lond.
Ser. B. 237 (1952).
40. Whitecomb and Wilson.
Mechanics of digestion of Pollen by the adult
honeybee and the relation of undigested parts
to dysentery of bees.
Agric. Exp. Stat. Univ. Wisconsin Bull.
92 (1929).

41. Wigglesworth, V.B.

J. exp. Biol. 19, (1942)

aus: Physiologische Chemie v. B. Flaschenträger
und E. Lehnartz, Band II/2a (1956) Seite 649.

42. Williams, H.H., Galbraith, H., Kaucher, M., Moyer, E.Z.,
Richards, A.J., and Macy, I.G.

J. biol. Ch. 161 (1946).

Aus Hoppe - Seyler/Thierfelder

V. Band, S. 463 (1953).

43. Woodward, C.C. and Rabideau, G.S.

The composition of plant fraktions extracted
with 80 % alcohol.

Plant Physiol. 28 (1953) 535 -538.

44. Zebe, E.

Über den Stoffwechsel der Lepidopteren.

Z. f. vergl. Physiol. 36 (1954).

Lebenslauf.

Ich, Bruno Ryschawy, wurde am 14. August 1930 als Sohn des Dr. Ing. Arthur Ryschawy, Bauunternehmers in Zwittau, und dessen Ehefrau Luise, geborene Jaich, in Zwittau (Sudetenland) geboren.

Vom Jahre 1936 bis zum Jahre 1940 besuchte ich die Volksschule in Zwittau und bis 1945 die dortige Oberschule. Nach der Vertreibung aus meiner Heimat war ich von 1946 bis Juli 1947 Schüler der Holstenoberschule in Neumünster. Ab September 1947 besuchte ich die Oberrealschule in Illertissen (Bayern) und legte dort 1949 die Reifeprüfung ab.

Dann mußte ich meinen Ausbildungsgang für ein Jahr unterbrechen, um mir die finanzielle Grundlage für mein weiteres Studium zu erarbeiten.

Vom Wintersemester 1950/51 studierte ich an der Universität München die Fächer Chemie, Biologie und Erdkunde und legte nach 8 Semestern im November 1954 die wissenschaftliche Prüfung für das Lehramt an Höheren Schulen ab. Im Dezember 1956 bestand ich die pädagogische Prüfung.

Seit April 1957 bin ich im Höheren Schuldienst der Freien und Hansestadt Hamburg beschäftigt. Ich wurde im Oktober 1957 zum Studienassessor und im August 1960 zum Studienrat ernannt.

